



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

TESIS DOCTORAL

**ORIGEN Y DESARROLLO DE LAS FORMAS GEOMÉTRICAS
ELEMENTALES EN EL LENGUAJE GRÁFICO
Y EL PENSAMIENTO VISUAL DEL NIÑO**



M^a ROSARIO LUNA CRESPO

DIRECTORES:
D. AURELIANO SÁINZ MARTÍN
Dña. FLORA RACIONERO SILES

CÓRDOBA, 2013

TITULO: *Origen y desarrollo de las formas geométricas elementales en el lenguaje gráfico y el pensamiento visual del niño*

AUTOR: *María Rosario Luna Crespo*

© Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. 2014
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A
14071 Córdoba

www.uco.es/publicaciones
publicaciones@uco.es

1. PRESENTACIÓN	11
<u>I. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</u>	19
2. CONSIDERACIONES SOBRE EL PENSAMIENTO VISUAL	21
2.1. Introducción	21
2.2. La imagen, la palabra y las artes	23
2.3. La importancia de la Gestalt	27
2.4. El pensamiento visual en relación a las ciencias, las artes y la educación	32
3. LA FORMACIÓN DEL PENSAMIENTO VISUAL EN EL NIÑO	37
3.1. Introducción	37
3.2. El enfoque de Georges-Henri Luquet	38
3.2.1. La imagen como modelo interno	39
3.2.2. La semejanza u homonimia gráfica	41
3.2.3. Modelo interno y ejemplaridad	42
3.2.4. Modelo interno y síntesis	44
3.2.5. Modelo interno y jerarquía	45
3.2.6. El modelo interno y la finalidad	47
3.2.7. La interpretación	50
3.2.8. El tipo	52
3.2.9. El realismo	55
3.2.10. Realismo fortuito	58
3.2.11. Realismo fallido	60
3.2.12. Realismo intelectual	60
3.2.13. Realismo visual	66
3.3. El enfoque de Rudolf Arnheim	68
3.3.1. Niños y primitivos: tendencia a la simplificación	69
3.3.2. Percepción y cognición	73
3.3.3. Las bases del pensamiento visual infantil	73
3.3.4. Conceptos representacionales	77
3.3.5. El círculo primigenio	80
3.3.6. Propiedades geométricas: verticalidad y horizontalidad	84

3.3.7. Propiedades geométricas: la oblicuidad.....	87
3.4. El enfoque de Elliot W. Eisner.....	90
3.4.1. Los sentidos y la formación de los conceptos.....	91
3.4.2. Las funciones cognitivas del arte.....	93
3.4.3. La actividad artística infantil como una modalidad de la inteligencia.....	94
3.4.4. Sobre el pensamiento visual y el arte infantil.....	96
4. LAS FORMAS Y RELACIONES GEOMÉTRICAS BÁSICAS EN EL DIBUJO DEL NIÑO	101
4.1. Introducción.....	101
4.2. Elementos geométricos no figurativos.....	103
4.2.1. El punto.....	105
4.2.2. La raya y la línea recta.....	106
4.2.3. El círculo y el óvalo	108
4.2.4. El cuadrado y el rectángulo	112
4.2.5. El triángulo.....	114
4.2.6. La cruz.....	114
4.2.7. El aspa.....	115
4.3. Elementos no geométricos.....	116
4.3.1. El barrido.....	116
4.3.2. La espiral.....	116
4.3.3. El cicloide.....	118
4.3.4. El epicicloide.....	119
4.3.5. El bucle.....	120
4.4. Unión de elementos.....	121
4.4.1. El sol.....	122
4.4.2. El mandala.....	123
4.4.3. La combinación.....	123
4.5. Las cualidades geométricas.....	124
4.5.1. Horizontalidad y verticalidad.....	124
4.5.2. Paralelismo.....	125
4.5.3. Simetría.....	126
4.5.4. Perpendicularidad.....	126
4.5.5. Tridimensionalidad.....	127
4.5.6. El espacio.....	129

4.6. Elementos geométricos figurativos.....	131
4.6.1. Los inicios de la figuración.....	131
4.6.2. La figura humana.....	132
4.6.3. Los animales.....	142
4.6.4. La casa.....	143
4.6.5. El árbol y las plantas.....	145
4.6.6. El sol.....	146
4.6.7. El suelo y el espacio.....	148
4.6.8. Los transportes.....	151
4.6.9. Los elementos celestes.....	153
4.7. La superación geométrica.....	154
5. LA GEOMETRÍA A TRAVÉS DE LA HISTORIA.....	157
5.1. Introducción.....	157
5.2. Los grandes periodos.....	159
5.3. La geometría en la antigüedad.....	160
5.3.1. Los periodos prehistóricos y protohistóricos.....	160
5.3.2. La civilización babilónica.....	163
5.3.3. El antiguo Egipto.....	165
5.4. La geometría griega.....	168
5.4.1. La geometría griega antes de Euclides.....	168
5.4.2. La geometría griega en Tales de Mileto.....	169
5.4.3. La geometría en Pitágoras.....	171
5.4.4. Euclides y la escuela de Alejandría.....	174
5.4.5. Después de Euclides: Arquímedes y Apolonio.....	178
5.4.6. Los tres problemas de la Grecia clásica.....	182
5.5. La geometría en Oriente.....	183
5.5.1. Introducción.....	183
5.5.2. La geometría en China.....	184
5.5.3. La geometría en la India.....	186
5.5.4. La geometría en el Islam.....	189
5.6. La geometría medieval en Europa.....	193
5.6.1. Introducción.....	193
5.6.2. La geometría en la Europa oriental.....	195
5.6.3. La geometría en la Europa occidental.....	194
5.7. La geometría en el Renacimiento europeo.....	203

5.7.1. Introducción	203
5.7.2. La geometría en los inicios del Renacimiento	204
5.7.3. El comienzo de las matemáticas modernas	207
5.8. El siglo XVII. Los comienzos de la geometría proyectiva y analítica	214
5.8.1. Introducción	214
5.8.2. La geometría proyectiva	215
5.8.3. La geometría analítica	218
5.8.4. Los nuevos métodos	222
5.9. La Ilustración: Siglo XVIII	225
5.9.1. Introducción	225
5.9.2. Euler	227
5.9.3. Las matemáticas en Francia	229
5.9.4. El renacimiento de la geometría	233
5.10. La geometría en la Edad Contemporánea: Siglos XIX y XX	234
5.10.1. Introducción	234
5.10.2. El resurgimiento de la geometría proyectiva	235
5.10.3. La geometría no euclídea: Gauss	237
5.10.4. La geometría diferencial de Riemann	239
5.10.5. Klein y el programa de Erlangen	241
5.10.6. Otras aportaciones de matemáticos de los siglos XIX y XX	243
<u>II. LA INVESTIGACIÓN APLICADA</u>	247
6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	249
6.1. Introducción	249
6.2. Objetivos	250
6.3. Centros	252
6.4. Sujetos	253
6.5. Temporalización	253
6.6. Dinámica del aula	254
6.7. Pruebas	255
6.8. Instrumentos	258
6.9. Enfoques de la investigación	258
6.9.1. Enfoque cualitativo	259

6.9.2. Enfoque cuantitativo.....	260
7. CLASIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS	261
7.1. Introducción.....	261
8. PRESENTACIÓN DE LAS PRUEBAS	269
8.1. Introducción.....	269
8.2. Prueba 1: Tema libre.....	270
8.2.1. Presentación.....	270
8.2.2. Edad.....	271
8.2.3. Objetivos.....	271
8.2.4. Número.....	271
8.3. Prueba 2: Regalos de Reyes Magos	271
8.3.1. Presentación.....	271
8.3.2. Edad	272
8.3.3. Objetivos.....	272
8.3.4. Número.....	273
8.4. Prueba 3, 4, 5 y 6: Variaciones de la casa.....	273
8.4.1. Presentación	273
8.4.2. Edad	274
8.4.3. Objetivos.....	274
8.4.4. Número.....	274
8.5. Prueba 7: La familia.....	275
8.5.1. Presentación	275
8.5.2. Edad	275
8.5.3. Objetivos.....	276
8.5.4. Número.....	276
8.6. Pruebas 8 y 9: Perpendicularidad y paralelismo.....	276
8.6.1. Presentación	276
8.6.2. Edad	277
8.6.3. Objetivos.....	277
8.6.4. Número.....	277
8.6.5. Muestra.....	277

8.7. Prueba 10: Continuidad de líneas.....	279
8.7.1. Presentación	279
8.7.2. Edad	279
8.7.3. Objetivos.....	279
8.7.4. Número.....	280
8.7.5. Muestra.....	280
8.8. Prueba 11: Reproducción de formas.....	282
8.8.1. Presentación	282
8.8.2. Edad	283
8.8.3. Objetivos.....	283
8.8.4. Número.....	283
8.8.5. Muestra.....	283
8.9. Prueba 12: Círculos.....	285
8.9.1. Presentación	285
8.9.2. Edad	285
8.9.3. Objetivos.....	285
8.9.4. Número.....	286
8.10. Prueba 13: Cuadrado y punto-líneas-cuadrado.....	286
8.10.1. Presentación.....	286
8.10.2. Edad.....	286
8.10.3. Objetivos.....	287
8.10.4. Número.....	287
8.10.5. Muestra.....	287
8.11. Prueba 14: Puntos dentro de cuadrado-círculo.....	280
8.11.1. Presentación.....	288
8.11.2. Edad.....	288
8.11.3. Objetivos.....	288
8.11.4. Número.....	289
8.11.5. Muestra.....	289
8.12. Prueba 15: Forma especular.....	290
8.12.1. Presentación.....	290
8.12.2. Edad.....	290
8.12.3. Objetivos.....	290
8.12.4. Número.....	290

8.12.5. Muestra.....	291
8.13. Prueba 16: Chimenea y humo.....	292
8.13.1. Presentación.....	292
8.13.2. Edad.....	292
8.13.3. Objetivos.....	292
8.13.4. Número.....	292
8.13.5. Muestra.....	292
8.14. Prueba 17: La caja.....	294
8.14.1. Presentación.....	294
8.14.2. Edad.....	294
8.14.3. Objetivos.....	294
8.14.4. Número.....	295
8.14.5. Muestra.....	295
8.15. Prueba 18: La mariposa.....	297
8.15.1. Presentación.....	297
8.15.2. Edad.....	297
8.15.3. Objetivos.....	297
8.15.4. Número.....	298
8.15.5. Muestra.....	298
8.16. Prueba 19: La antena.....	300
8.16.1. Presentación.....	300
8.16.2. Edad.....	300
8.16.3. Objetivos.....	300
8.16.4. Número.....	300
8.16.5. Muestra.....	300
8.17. Prueba 20: Relación forma-figura.....	302
8.17.1. Presentación.....	302
8.17.2. Edad.....	302
8.17.3. Objetivos.....	302
8.17.4. Número.....	302
8.17.5. Muestra.....	302
8.18. Prueba 21: Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide.....	304
8.18.1. Presentación.....	304
8.18.2. Edad.....	304

8.18.3. Objetivos.....	304
8.18.4. Número.....	305
9. DESARROLLO DE LAS PRUEBAS.....	307
9.1 Introducción.....	307
9.2. Tema libre.....	308
9.3. Regalo de Reyes	310
9.4. La casa.....	312
9.5. La casa con árboles.....	315
9.6. La casa y objetos	316
9.7. El colegio.....	317
9.8. La familia.....	318
9.9. Árboles en una montaña	320
9.10. El tren.....	320
9.11. Continuidad de líneas.....	322
9.12. Reproducción de formas.....	324
9.13. Círculos.....	327
9.14. Cuadrado y Punto-líneas-cuadrado.....	330
9.15. Punto dentro de cuadrado-círculo.....	331
9.16. Forma especular.....	333
9.17. Chimenea y humo.....	336
9.18. La caja.....	337
9.19. La mariposa.....	340
9.20. La antena.....	343
9.21. Relación forma-figura.....	345
9.22. Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide.....	337
10. ENFOQUE CUALITATIVO.....	351
10.1. Presentación.....	351
10.2. Prueba 1: Tema libre.....	351
10.3. Prueba 2: Regalo de Reyes.....	357
10.4. Pruebas 3, 4, 5 y 6: La casa.....	363
10.5. Prueba 7: La familia.....	391

10.6. Prueba 8: Árboles en una montaña.....	399
10.7. Prueba 9: El tren.....	403
10.8. Prueba 10: Continuidad de líneas.....	410
10.9. Prueba 11: Reproducción de formas.....	417
10.10. Prueba 12: Círculos.....	424
10.11. Prueba 13: Cuadrado y punto-líneas-cuadrado.....	448
10.12. Prueba 14: Punto dentro de cuadrado-círculo.....	443
10.13. Prueba 15: Forma especular.....	452
10.14. Prueba 16: Chimenea y humo.....	463
10.15. Prueba 17: La caja.....	467
10.16. Prueba 18: La mariposa.....	484
10.17. Prueba 19: La antena.....	494
10.18. Prueba 20: Relación forma-figura.....	498
10.19. Prueba 21: Formas tridimensionales.....	507
11. ENFOQUE CUANTITATIVO.....	513
11.1. Presentación y cuadros de pruebas.....	513
11.2. Prueba 1: Dibujo libre.....	528
11.3. Prueba 2: Regalo de Reyes.....	528
11.4. Pruebas 3, 4, 5 y 6: La casa.....	528
11.5. Prueba 7: La familia.....	529
11.6. Prueba 8: Árboles en una montaña.....	530
11.7. Prueba 9: El tren.....	530
11.8. Prueba 10: Continuidad de líneas.....	530
11.9. Prueba 11: Reproducción de formas.....	531
11.10. Prueba 12: Círculos.....	532
11.11. Prueba 13: Cuadrado y punto-líneas-cuadrado.....	533
11.12. Prueba 14: Punto dentro de cuadrado-círculo.....	533
11.13. Prueba 15: Forma especular.....	534
11.14. Prueba 16: Chimenea y humo.....	534
11.15. Prueba 17: La caja.....	534
11.16. Prueba 18: La mariposa.....	535
11.17. Prueba 19: La antena.....	535
11.18. Prueba 20: Relación forma-figura.....	536

11.19. Prueba 21: Formas tridimensionales.....	536
12. CONCLUSIONES	539
12.1. Presentación.....	539
12.2. Conclusiones acerca del objetivo principal.....	539
12.3. Conclusiones acerca de los objetivos específicos.....	542
12.3.1. Objetivo nº 1.....	542
12.3.2. Objetivo nº 2.....	551
12.3.3. Objetivo nº 3.....	554
12.3.4. Objetivo nº 4.....	556
12.3.5. Objetivo nº 5.....	562
12.3.6. Objetivo nº 6.....	564
13. BIBLIOGRAFÍA	567

1. PRESENTACIÓN

A la hora de realizar una tesis doctoral, son muy variadas las razones tanto personales como académicas que van a influir en la decisión del tema a investigar, así como muy complejas las situaciones y elecciones que tomamos para mejorar día a día. Todos estos aspectos se conjugan, y finalmente hacen inclinar la balanza y decidimos por una de las opciones que hemos ido barajando a lo largo del tiempo.

En mi caso, como en el de todos aquellos que se embarcan en los estudios de tercer ciclo universitario, todas estas razones tuvieron un peso muy fuerte cara al programa de doctorado que elegí, la denominación del título de la tesis y la dirección de la misma.

Mi formación como diplomada en E.G.B. en la especialidad de Ciencias Naturales, así como mi licenciatura en Psicopedagogía, implicaban un condicionante previo en el momento de la elección del programa de doctorado. Entre todos los que se anunciaban en el año 2.000 en el que decidí comenzar, me incliné hacia el de “Innovación curricular y práctica socioeducativa”, ofertado por el Departamento de Educación de la Universidad de Córdoba, por el conjunto de doctores que desarrollaba el programa que, para mí, era una garantía de calidad y de preparación científicas.

Una vez concluidos los dos cursos iniciales, y viendo que habían respondido a las expectativas que me había forjado, quedaba por elegir el tema central de la tesis, que iba a estar marcada por mi experiencia como profesora, primeramente en la antigua E.G.B. y, posteriormente, tanto en Primaria como Secundaria.

Durante estos años pude comprobar en mis alumnos que, en muchas ocasiones, el paso de Educación Infantil a los primeros años de Primaria estaba marcado por una casi completa desconexión entre los conocimientos previos que tenían y los que se exigían en el aula, de modo que en los currículos de las distintas asignaturas no se solía tener en cuenta los conceptos e ideas que los niños tenían adquiridos. En las áreas de Matemáticas, y dentro de ella la geometría, así como en la de Educación Artística era aún más acentuado, lo que provocaba un rechazo, más o menos explícito, hacia las asignaturas bastante generalizado.

No es necesario que explique que los estudios tanto de Magisterio como de Psicopedagogía nos preparan como futuros profesionales en la teoría y la práctica educativas. Esto que es obvio, en mi caso fue un elemento esencial, tanto en la elección

de los objetivos de la tesis como en el de la orientación profesional que me ha conducido al punto en el que hoy me encuentro.

Por todas las razones citadas, una vez terminados los estudios de tercer ciclo en el programa “Innovación Curricular y Práctica Socioeducativa” del Departamento de Educación de la Universidad de Córdoba, y ante la disyuntiva de definir el tema de estudio para la tesis doctoral, surgió de nuevo el campo de la geometría desde el punto de vista de lenguaje gráfico ligado a los dibujos de los propios niños que nacen antes de que adquieran un conocimiento formal de la propia geometría como ciencia.

Esta idea, en principio un tanto difusa, fue aclarándose cuando acudí al doctor Aureliano Sáinz, al que tuve como profesor de Educación Artística en los estudios de Magisterio y de Intervención Didáctica en Educación Artística en Psicopedagogía, y del que llegué a entender la importancia que tiene el dibujo infantil, como expresión creativa y como lenguaje gráfico, ambos unidos a los procesos del desarrollo cognitivo del niño. Tras los encuentros que mantuvimos, comprobamos que nos embarcábamos en una tarea un tanto compleja, pues nos íbamos a introducir en varias disciplinas académicas: educación artística, geometría, psicología, pensamiento visual... y todo ello unidos por el lenguaje gráfico como nexo de comunicación de las mismas. Por otro lado, éramos conscientes de que son pocos los estudios llevados a cabo acerca del pensamiento visual ligado a las representaciones gráficas, de modo genérico, y más aún en el caso de los niños.

La oportunidad de poder realizar dicha investigación bajo la dirección, en un primer momento del doctor Sáinz, y, más delante, con la codirección de la doctora Racionero, así como la definitiva concreción del tema a partir de sus inestimables sugerencias, acabaron por clarificar las lógicas dudas que surgen al iniciar un trabajo tan ambicioso como es la tesis doctoral.

También tuvo que gran influencia a la hora de la elección del tema de la tesis doctoral el hecho que desde hace varios años desarrollo una labor docente y de investigación como profesora colaboradora honoraria de la Universidad de Córdoba en el Departamento de Educación Artística y Corporal, en las materias de Educación Artística, y dentro de ella destacaría dos asignaturas de la especialidad de Educación Infantil: “Desarrollo de la Expresión Plástica y su didáctica” y “Tecnología básica para la manipulación de materiales plásticos”. Cito esta circunstancia como justificación *a posteriori* de uno de los componentes esenciales de la tesis: deseaba realizarla en el tramo de Educación Infantil, es decir, con los niños y niñas de 3, 4 y 5 años.

Con los aspectos descritos, acabé definiendo el título de la tesis doctoral: “Origen y desarrollo de las formas geométricas elementales en el lenguaje gráfico y el pensamiento visual del niño”.

Sobre los centros

Una vez que estaba definido el tema y el director que me iba a acompañar y orientar en la tesis doctoral, era necesario saber en qué centros realizaría la investigación práctica a lo largo de dos cursos escolares. En esos años ya estaba impartiendo clase en Educación Secundaria, por lo que debía encontrar dos colegios de Educación Infantil y Primaria en los que pudiese desarrollar las distintas pruebas.

La elección del lugar es un factor clave, pues no es fácil encontrar colegios y profesorado, en mi caso profesoras de Educación Infantil, que te abran las puertas del centro y de sus aulas, y que durante dos cursos escolares te reciban, te acojan y se presten a adecuar sus ritmos de trabajo en el aula a la alteración que provoca contar con una nueva “señorita” para los pequeños. En esta ocasión me resultó muy grato encontrar tres magníficas profesionales, verdadero aliciente y modelo ante la situación un tanto adversa en la que socialmente se encuentra la función educativa.

Fueron dos los centros públicos de Córdoba que me acogieron para, como he señalado, investigar con sus alumnos durante dos años: el C. P. Torre Malmuerta y el C. P. Fernán Pérez de Oliva, y tres las excelentes profesionales y entusiastas de su trabajo, que me ofrecieron su apoyo para llevar a cabo la investigación: las profesoras Purificación Moya y Rosario Hernando, del primero de los centros citados, y M^a Carmen García, del segundo.

Sobre la investigación

Los garabatos, en la terminología convencional, o los grafismos, en una acepción más científica, son expresiones infantiles muy amplias, variables y cambiantes; por esta razón decidí que debería desarrollar la investigación y recoger pruebas durante un tiempo suficientemente prolongado, puesto que no es posible en unas pocas sesiones llegar a conclusiones con cierta fiabilidad, pues los niños y niñas pequeños se encuentran en un proceso de constantes modificaciones.

Por esta razón, conviene llevar a cabo una investigación lineal, secuenciada y con suficiente amplitud temporal para, no solo recoger los trabajos propuestos, sino generar un proceso de observación pausado y continuo. Así, durante un periodo de dos cursos académicos, y con una asistencia semanal de manera alterna en cada centro, visité a mis

pequeños alumnos para recoger información de las distintas pruebas que fueron realizando.

Esto fue lo que estuve haciendo durante este largo período. Para completar la información obtenida con las pruebas, al terminar cada una de las sesiones iba anotando todas las vicisitudes, circunstancias y singularidades de cada jornada de trabajo, en un diario que inicié el primer día en el que asistí a las clases. Al finalizar el trabajo en los colegios, me encontré con un verdadero *cuaderno de campo*, en el que aparecían registradas las múltiples observaciones y reflexiones que fui tomando, así como anotaciones de las conversaciones que mantuve con los pequeños.

Dentro de la investigación, unos aspectos que pueden llamar la atención de este trabajo son la diversidad y el amplio número de pruebas llevadas a cabo. Debemos tener en cuenta que dentro de las investigaciones con escolares de edades superiores es razonable que una misma prueba se pase en distintos momentos del proceso, para ver los cambios que se han producido en esos períodos; pero, al encontrarnos con niños muy pequeños, no es posible olvidar la componente lúdica que debe enmarcar todas sus actividades. Proponiéndoles el mismo trabajo, se corría el riesgo de que nos dijeran que eso ya lo habían hecho, dejándoles de interesar la actividad. Esto lo tuve muy presente, y, personalmente, creo que dio buen resultado, pues los pequeños esperaban impacientes la “novedad” que les traía, siempre que me veían entrar por la puerta.

De todos modos, y para no perder el rigor que todo trabajo científico debe poseer, he acudido a un planteamiento básico de las investigaciones cualitativas como es el de la *triangulación de pruebas*, que he utilizado, y que, como veremos, es uno de los criterios utilizados en la investigación.

Sobre la metodología

Para comprender ciertas características específicas del diseño de la investigación, conviene recordar que nos encontramos con un instrumento de indagación visual, como son los garabatos y dibujos, y que, a diferencia de otros medios, como pueden ser los números o las palabras, aquellos ofrecen gran dificultad de agrupación, categorización y cuantificación por la variabilidad de formas que presentan. Por otro lado, debido a sus características, los grafismos son expresiones con alto significado cualitativo, aspecto que es básico tener en consideración a la hora de indagar en los procesos gráficos infantiles.

A pesar de ciertas dificultades de agrupación, no obstante, gracias a investigadores de la talla de Georges-Henri Luquet, Viktor Lowenfeld, Rhoda Kellogg o Rudolf Arnheim, entre los clásicos; o de Liliane Lurçat, Jacqueline Royer, Bernard Darras o Aureliano Sáinz, entre los más cercanos a nosotros, los garabatos han dejado de ser un revoltijo de trazos sin sentido creados por los pequeños, y que hay que superar hasta que empiezan a aprender “cosas más serias”, como son las letras, los números o el dibujo, propiamente dicho. Esos autores han indagado en los grafismos y han estudiado sus orígenes, sus procesos motores y sus configuraciones para, finalmente, codificarlos de manera que ahora sabemos que forman un auténtico repertorio de “signos abstractos” que servirán de base para el surgimiento del dibujo y el aprendizaje de la escritura y representaciones matemáticas.

A partir de los autores citados, es posible la discriminación de los diferentes garabatos con el fin de nombrarlos, y agruparlos con sentido para, de este modo, también poder cuantificarlos para llegar a conocer los más habituales en cada edad de los pequeños.

Otro elemento de la investigación, con una dimensión cualitativa, es el diario de las observaciones llevadas a cabo durante dos años. Se incorpora, sintetizado, como parte de la investigación para saber los procesos cambiantes que se han producido en los niños y niñas a lo largo del tiempo de la investigación, al tiempo que comprender aspectos de su pensamiento visual que no pueden deducirse directamente de los dibujos.

Sobre la presentación

Para presentar y desarrollar los distintos temas, he optado, como puede comprobarse, por articular la palabra y la imagen de manera que, tanto en la fundamentación teórica como en la presentación de las pruebas o en el enfoque cualitativo, incorporo dibujos y láminas realizadas por los pequeños para que sirvan como comprensión real de aquello acerca de lo que se habla, ya que estar escribiendo sobre el dibujo de, por ejemplo, una niña y no tenerlo presente supone un sobreesfuerzo para el lector que tiene que estar continuamente imaginando acerca de lo que está leyendo.

No son, pues, meras ilustraciones que sirvan para aliviar la carga de la lectura, sino que en concordancia con el tema objeto de la investigación, deseo mostrar que “lo visual” y “lo verbal” forman un entramado de partes entrelazadas del desarrollo y del aprendizaje del niño. De este modo, el alto número de dibujos que incorporo en la

fundamentación teórica tiene la función aclaratoria de los conceptos vertidos por distintos autores y que dan lugar a un marco teórico con aportaciones personales.

Sobre la estructura

En el momento de redactar la tesis, he utilizado un esquema un tanto clásico de las investigaciones en el campo de las ciencias humanas, siguiendo las pautas aprendidas en el programa de doctorado y ratificadas por los directores de la investigación. Básicamente, la he estructurado en siete bloques de contenido: El primero de ellos está dedicado a la fundamentación teórica, y en él reviso las aportaciones relacionadas con el campo de la investigación. En el segundo, describo el diseño, la metodología utilizada para la investigación y la presentación de las pruebas. Un tercer bloque sería el desarrollo de las pruebas. El cuarto y quinto bloques hacen referencia a los enfoques cualitativo y cuantitativo. En el sexto abordo las conclusiones de la investigación y las implicaciones educativas derivadas de las mismas. Por último, presento la bibliografía de referencia relacionada con la tesis doctoral.

Trayectoria personal y familiar

Aunque las cuestiones personales pareciera que deben quedar al margen de un proceso académico, creo que si no explico algunas de ellas no se entendería el tiempo empleado en finalizar la tesis. En mi caso fue especialmente complicado, pues, durante los años transcurridos desde los inicios hasta su finalización, me he casado, he tenido dos hijos y una hija, me he enfrentado a la oposición de mi marido y a un año en el que estuvo trabajando fuera de la provincia de Córdoba – lo que hizo que, además de mi trabajo como profesora, fuera madre de tres hijos a tiempo completo, puesto que durante ese año se estableció en Almería-. También hemos “padecido” tres operaciones de mi marido durante el último año y medio, y un sinfín de situaciones que, en algunos momentos, me hicieron pensar en “tirar la toalla”. A pesar de tanta complicación, seguí hacia adelante y, por fin en este curso 2013, parece que la larga travesía ha llegado a su término.

Agradecimientos

Sabemos que la elaboración, presentación y defensa de la tesis doctoral es algo propio, resultado de un arduo esfuerzo personal; no obstante, resultaría pretencioso no reconocer y agradecer las aportaciones, apoyos, consejos y sugerencias recibidos directa o indirectamente de otras muchas personas sin los que, aunque no aparecen en los

créditos, el camino comenzado años atrás no hubiese llegado a su final. Por ello, no puedo dejar de expresar mi más sincero agradecimiento a todos aquellos que me han ayudado tanto en los inicios como en el desarrollo de esta labor.

Las primeras personas a las que quisiera expresar mis agradecimientos son los niños y niñas que participaron como muestra activa, esos “pequeñajos” que, sin saberlo, me estaban aportando sus pequeñas “obras de arte”, con las que he disfrutado un montón, y me han confirmado que trabajar en Educación Infantil es un placer agotador; no para mí, que iba de “invitada”, sino para las maestras que tenían que trabajar con ellos.

Más allá de las formalidades, el sincero agradecimiento a las profesoras Purificación Moya y Rosario Hernando, del C. P. Torre Malmuerta, y a M^a Carmen García, del C. P. Fernán Pérez de Oliva, porque sin ellas, sin su generoso entusiasmo y su gran profesionalidad, difícilmente hubiera podido cerrar este trabajo.

No puedo dejar de expresar mi agradecimiento a los centros citados, con su dirección y el conjunto del profesorado que forman la comunidad educativa, por su participación en el desarrollo de las actividades necesarias para la realización de la investigación. No olvidaré los dos años que estuve en sus espacios.

Antes de comenzar toda esta andadura, me formé en un programa de doctorado, coordinado por la doctora M^a Vicenta Pérez Ferrando, uno de los más sólidos de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba. Puesto que en este largo tiempo desde que inicié el trabajo se produjo un cambio de planes en los programas de doctorado, inscribí la tesis en “Lenguas y culturas”, dirigido por el doctor Pedro Ruiz, y dentro de la línea de investigación “Teoría y práctica del discurso”, coordinado por la doctora M^a Ángeles Hermosilla.

A todos ellos les quiero expresar mis más sinceros agradecimientos.

Otro de los pilares sobre los que se ha asentado este trabajo ha sido mi familia, quienes han sido un apoyo fundamental durante todo el proceso, en especial mi marido, por su constante apoyo y comprensión esperando pacientemente el término de la tesis, y a mis hijos, Miguel, Javier y Celia, por todos los momentos que “les he robado” porque “su mamá tenía que estudiar”. Intentaré recompensarlos.

Finalmente, también agradecer, cómo no, a mis directores de tesis, los doctores Aureliano Sáinz y Flora Racionero, por su paciencia, sus palabras de ánimo, su empeño y constantes orientaciones que han hecho posible que, después de tanto tiempo, este trabajo llegara a su fin. Creo, sinceramente, que ninguna otra persona como ellos lo hubiera hecho mejor.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2. CONSIDERACIONES SOBRE EL PENSAMIENTO VISUAL

2.1. Introducción

Una cuestión no resuelta aún en nuestra desarrollada cultura occidental es saber qué lugar ocupan las imágenes, en general, y, ligadas a ellas, el denominado pensamiento visual que, aunque fuera abordado por grandes autores – Arnheim, Dondis, Efland, Eisner, Gardner, Gombrich, Luquet, etc.-, creemos que todavía no ocupa el estatus que debería reconocérsele tanto en las disciplinas científicas como en las sociales o las humanidades.

Y es que como nos dice Efland (2004, p. 15), “la creencia de que el arte es una ocupación no exigente intelectualmente, adecuada para la diversión y la distracción, está profundamente enraizada en el pensamiento occidental”.

El propio Arnheim (1998, pp. 16-17) apunta en el mismo sentido que Efland cuando explica que “hoy está todavía presente entre nosotros la nociva discriminación entre percepción y pensamiento. (...) Las artes se descuidan porque se basan en la percepción, y la percepción se desdeña porque, según se supone, no incluye al pensamiento”.

Si nos acercamos al campo educativo, no viene mal la opinión de Eisner (2004, p. 13) cuando nos dice que “los puntos de vista tradicionales de la cognición, y sus implicaciones en cuanto a los objetivos y contenidos educativos, han situado la enseñanza de las artes en una posición marginal”. Más adelante, el propio autor reafirma lo anterior cuando continúa aclarando: “[existe la idea] de que las artes, de algún modo son operaciones realizadas con las manos que plantean pocas exigencias desde el punto de vista intelectual, que son más emotivas que reflexivas, que tienen poco que ver con la mente” (Eisner, 2004, p. 14).

Desplazándonos a nuestro país, Sáinz (2011, p. 23) nos dice que “existe una tendencia generalizada por parte de la gente, incluso entre los propios docentes, a interpretar el proceso y el resultado de la actividad artística como algo distinto a los procesos del pensamiento humano”.

Si hemos comenzado trayendo las citas de distintos autores que han tratado, de un modo o de otro, la percepción, las imágenes mentales y el pensamiento visual, fuera dentro de la psicología, la filosofía, las artes o la educación artística, es porque nos parece pertinente iniciar este recorrido dentro del marco teórico haciendo alusión a las dificultades con las que se ha tropezado a lo largo de la historia el mundo de las imágenes, sean mentales o como representación, al igual que las artes en general, y, en concreto, las artes plásticas.

A nuestro modo de entender, el problema se plantea cuando se asocian las artes con las manifestaciones directamente ligadas a las emociones humanas, y las propias emociones como expresiones de los sentimientos, al tiempo que se entienden a estos últimos separados y, en ocasiones, como la antítesis del pensamiento racional.

Distintos autores hacen alusión a que esta dualidad, con carácter de antinomia, formada en nuestra cultura occidental por el pensamiento y los sentimientos, o la razón y los sentidos, arranca desde la Grecia clásica, especialmente, a partir de las ideas de Platón, en las que se hacía una rigurosa distinción entre el mundo inteligible y el mundo sensible, con la afirmación de superioridad del primero sobre el segundo.

Más allá de ese gran filósofo que fue Platón, cabría aludir a la escuela de Pitágoras que “creían que había una diferencia de principio entre el reino de los cielos y la existencia en Tierra, y que en el primero se encontraban cuerpos de forma simple que rotaban a lo largo de senderos geoméricamente perfectos” (Arnheim, 1998, p. 18).

Por su parte, Parménides, el filósofo de Elea, había insistido en que no había cambio ni movimiento en el mundo, aunque todos los humanos a través de los sentidos vieran lo contrario. Con ello, se desconfiaba de la información que nos proporcionaban los sentidos, entre ellos el de la vista, puesto que los cambios en la naturaleza se percibían como constantes.

Estas escuetas referencias al pensamiento griego, que de un modo u otro permanecieron a lo largo de la historia, dan lugar a que extraigamos un par de conclusiones de tipo provisional: a) por un lado, se aprecia una devaluación de la experiencia lograda a través de los sentidos, en beneficio o dando primacía al conocimiento como actividad estricta del intelecto, y b) también, que existen formas puras no relacionadas con el mundo empírico, como pudieran ser las formas geométricas: el punto, el círculo, el cuadrado, la esfera, etc.

El segundo punto indicado tiene un gran interés para nosotros, pues en la investigación aplicada haremos ver que esas formas geométricas elementales, puras según los pitagóricos, no son producto que nazcan del mundo de las ideas separadas de los sentidos humanos; sino que son, inicialmente, trazados que surgen espontáneamente dentro del desarrollo gráfico del niño y que, posteriormente, las pueden conocer conceptualmente como definiciones dentro del ámbito de la geometría, una vez que se han incorporado a la Educación Primaria.

2.2. La imagen, la palabra y las artes

Dos de los aprendizajes naturales que se producen en el desarrollo del niño están ligados a dos formas de comunicación que espontáneamente surgen en los primeros años de su vida. Nos referimos a la palabra y a la imagen, o también al lenguaje verbal y al lenguaje visual, tan fundamentales en la formación del pensamiento humano.

Y es que el conocimiento de todo ser humano está formado por un bagaje de conceptos que comienzan a formarse a partir de la experiencia nacida de su relación, a través de los sentidos, con la realidad física y material circundante. No es posible la gestación de una idea o pensamiento sin que haya una relación con los estímulos externos que incidirán de un modo u otro en ese complejo entramado que es el pensamiento humano y que, a pesar de quienes desean relegar las percepciones a un rango secundario, están en la base de todo proceso mental.

Conviene, por otro lado, recordar lo que nos dice Sáinz (2011, p. 27) en el sentido de que “en todo proceso de conceptualización hay una operación de síntesis y reducción del conjunto de percepciones registradas por los sentidos y en el que interviene la lengua como una de las estructuras semióticas de las que se sirve la persona para poder comunicarse mediante símbolos verbales”.

Debemos tener en cuenta que la traducción de las impresiones perceptivas a los símbolos verbales sigue, según los criterios de la racionalidad cognitiva, un claro paralelismo con los procesos de la lógica matemática, pues “siempre que sea posible, el lenguaje debe utilizarse con aquella precisión y falta de ambigüedad que van asociados con los sistemas simbólicos científicos” (Gardner, 1994, p. 27).

Por otro lado, y en oposición a los que entienden que el verdadero significado de los procesos cognitivos se obtiene únicamente a partir de las proposiciones formales de la lengua, en la actualidad se apunta hacia una ciencia actual humanística que comprende al ser humano desde una perspectiva globalizadora, que integre las diversas ciencias humanas. Dentro de este enfoque se hace necesaria una epistemología que considere, además de los símbolos proposicionales de los lenguajes formales, como pueden ser la lingüística o las matemáticas, otros lenguajes basados en los *símbolos expositivos* (Langer, citado en Gardner, 1994, p. 27) presentes en las manifestaciones artísticas.

Una de las razones del conflicto que actualmente se da entre los enfoques contrapuestos acerca del origen del conocimiento humano proviene del desarrollo seguido por la psicología en su proceso de separación de la filosofía en el siglo XIX. Su

deseo de ser aceptada como disciplina científica ha marcado la orientación de la teoría del conocimiento, al plantear la separación entre los sentidos y la mente, entre las sensaciones y las percepciones, dando origen a una disgregación en el ser humano: razón o intelecto, por un lado, y sentimiento o emotividad, por otro, ya que como apunta Arnheim (1998, p. 19):

“Sin lugar a dudas, la civilización occidental ha obtenido gran provecho de la distinción entre el mundo objetivamente existente y la percepción que de él se tiene. Es una distinción que estableció la diferencia entre lo físico y lo mental. Era, pues, el comienzo de la psicología, que nos previno contra una identificación inocente del mundo que percibimos con el mundo tal como realmente es”.

Esto que apunta Arnheim era totalmente necesario, puesto que, en oposición al rigor científico, aparecía el subjetivismo, tendencia por otro lado muy fuerte dentro del mundo artístico, fuera literario o pictórico, consistente en considerar que la verdadera realidad es la interior, aquella que cada uno siente, independientemente de lo que acontezca fuera de uno mismo.

Una vez que pudo entenderse la objetividad de la naturaleza, se afianzó en los medios académicos que la obtención de un conocimiento verdaderamente científico y creíble tenía que obtenerse a partir del modelo que nacía del propuesto por las ciencias naturales, con especial consideración por la física.

Como consecuencia de ello, para la perspectiva dualista que entiende que una cosa es el pensamiento y otra las emociones, las creaciones artísticas son modalidades de conocimiento de escaso nivel intelectual, alejadas de la racionalidad que exige todo pensamiento riguroso y científico.

Hay que reconocer, tal como se ha indicado, que esa tradición dualista tan arraigada en el ámbito académico arranca de los clásicos griegos, especialmente de la filosofía de Platón, llegando hasta nuestros días a través de ciertos autores de la psicología cognitiva y de la psicología del lenguaje que, a nuestro modo de entender, han sostenido posiciones erróneas al considerar que el pensamiento es básicamente lingüístico y desligado de las imágenes.

Es oportuno acudir a Eisner (1987, p. 68-69) quien apunta lo siguiente: “La formación de los conceptos depende de las imágenes derivadas del material que proporcionan los sentidos. Tales conceptos se elaboran a partir de las cualidades que poseen los particulares desde los que se interpretan los esquemas generales”.

Más adelante, en la relación entre imagen y palabra el propio autor nos dice que:

“Somos capaces de diferenciar perceptivamente millares de cualidades para las que carecemos de vocabulario, ya que utilizamos un lenguaje de manera convencional, con el que nos desenvolvemos bien, pero aún así lo que las frases significan depende de nuestra habilidad para recordar los referentes de los términos y las relaciones que existen entre ellos” (Eisner, 1987, pp. 69-70).

En la actualidad, se entiende que una parte del conocimiento del ser humano nace de la relación con la realidad empírica y material. Y es que, como apunta Vurpillot (1984, p. 6), “el recién nacido ante todo aparece como un ser cuyas posibilidades de recepción sensorial de los estímulos que le rodean sobrepasan en mucho a sus capacidades de respuesta”. Lo que nos sitúan ante un hecho de gran importancia en la comprensión de la génesis del pensamiento humano. Ciertamente, como apunta la propia autora francesa, que desde pequeño “el niño se encuentra sometido a una fuerte presión del medio humano que tiende a imponer a los pequeños las estructuras cognitivas de los adultos” (Vurpillot, 1984, p. 5).

Ciertamente, el ser humano al nacer recibe estímulos visuales como el color, el brillo, el movimiento de los objetos, etc., que a medida que vaya creciendo irán aumentando paulatinamente. También es verdad que nada más nacer recibe las atenciones de su madre, que lo cuida y le habla con palabras de cariño cuyos sonidos se transformarán en palabras, signos con una función claramente comunicativa.

Esto nos lleva a sostener que el conocimiento posee una componente de corte visual, puesto que, como indica Sáinz (2011, p. 28):

“Incluso en aquellas ideas que hacen referencia al campo de la ficción o de los mundos imaginarios, remiten a contenidos visuales: colores, planos, volúmenes, objetos, paisajes, edificios... por lo que, hasta los relatos más sorprendentes en cuanto a invención, siempre estarán limitados semióticamente por las experiencias tenidas con la realidad espacio-temporal. El individuo, por ejemplo, no puede imaginar ningún color fuera de los límites del espectro luminoso, que va desde el color infrarrojo al ultravioleta, límite marcado a la visión humana”.

Conviene tener presente que el lenguaje, esa gran invención del ser humano, en cierto modo ha creado la ilusión de realismo y de totalidad, en la creencia de que aquello que no posee un nombre o una denominación con el que se pudiera nombrar y comunicar a otros sujetos no tiene existencia o carece de consistencia en el mundo real. Esto fácilmente puede rebatirse, pues toda persona tiene capacidad para discernir visualmente infinidad de cualidades de los objetos perceptibles, sin que por ello tenga que trasladar al idioma cada una de ellas con un nombre determinado.

Sobre este punto ya nos hablaba Eisner (1987) cuando nos decía que el pintor, por ejemplo, registra visualmente una amplia gama de tonalidades del entorno que desea plasmar en su lienzo, buscando diferentes combinaciones de los pigmentos de su paleta que expresen plásticamente aquel cromatismo que se ajusta a sus deseos; contrasta con la realidad y rectifica si fuera necesario; vuelve a observar detenidamente para dar las pinceladas que se ajustan al matiz que tiene que armonizar con los tonos ya aplicados.

Lo anterior es totalmente aplicable al niño cuando realiza sus primeras formas geométricas en a través de sus garabatos. Él desconoce que esas líneas puedan recibir un nombre, ya que son meras formas que han ido surgiendo de los procesos motrices surgidos del movimiento del brazo y de la mano. Sin embargo, escuchará de su maestra las palabras círculo, o “redonda”, cuadrado, triángulo, cruz, etc., aplicadas a ciertas líneas que él mismo ha ejecutado. Con el paso del tiempo, aprenderá a identificarlas y nombrarlas, con lo que la imagen y la palabra se articulan para crear un signo.

Todo este proceso perceptivo y cognitivo de observación, discernimiento, concreción o contraste es una actividad mental en la que no parece el lenguaje como mediador del proceso. El pintor no traduce a la lengua cada actividad de su obra antes de plasmarla en el soporte pictórico; incluso su *habla interna* (Vygotski, 2000), en caso de que existiera en esos momentos, puede estar referida a algo totalmente ajeno a la percepción y expresión cromáticas de las que se sirve para actuar plásticamente.

Apoyamos lo expresado por Sáinz (2003, p. 27) cuando dice:

“Es necesario rebatir la idea de que todo pensamiento requiere una mediación lingüística (en el caso de la acción discursiva) o matemática (en el caso del razonamiento cuantitativo). Las formas del pensamiento humano son diversas, siendo el lenguaje verbal, aunque básico y sin el cual no concebimos la humanización, una de las modalidades que utiliza el sujeto en sus actividades pensante y comunicativa”.

Por otro lado, entendemos que la percepción, las imágenes mentales, el pensamiento visual y los conceptos visuales, términos que aparecerán en este trabajo, forman parte del proceso cognitivo, que “pensar y experimentar son aspectos que no pueden separarse con facilidad... (y) una vez que reconocemos que la percepción es un hecho cognitivo, las rígidas distinciones entre sensación, percepción y cognición comienzan a palidecer” (Eisner, 1987, p. 72).

La razón de que en algunos autores se afianzara fuertemente la idea de que el verdadero conocimiento era de tipo lingüístico se ha debido a la confianza que mostraban hacia una teoría del conocimiento que siguiera las pautas del modelo de

investigación científico-experimental, en el que la preocupación por la fiabilidad, la validez y la generalización son puntos de anclaje de todo conocimiento que se pretende objetivo y neutral.

2.3. La importancia de la Gestalt

Una de las escuelas más importantes, tanto desde el punto de vista teórico como experimental, sobre la psicología de la percepción fue la Gestalt, término alemán que equivale a *forma* o *configuración*, pero que dado que no tiene una traducción exacta al español se suele mantener en alemán. Esta imprecisión la encontramos en la obra del alemán Rudolf Arnheim, *Arte y percepción visual*, que al ser traducida al castellano no se encuentran términos que se ajusten y utiliza las palabras forma y forma* para contenidos que habría que precisar. Así pues, tomamos el siguiente párrafo como ejemplo:

"*Form is the visible shape of content*, 'la forma*' es la forma visible del contenido', escribió el pintor Ben Shahn; y esta fórmula puede servirnos ni más ni menos que cualquier otra, para describir la distinción entre forma material (*shape*) y forma* en general (*form*) que mantenemos en estos capítulos" (Arnheim, 1981, p. 115).

La Gestalt como escuela experimental adquiere gran renombre a partir de los estudios realizados en Alemania a principios del siglo veinte por autores como Wertheimer, Köhler o Koffka. A través de sus estudios ejerce gran influencia en el ámbito de las ciencias humanas, especialmente en la psicología y también en la fenomenología, como corriente de la filosofía.

Para entender el significado de la Gestalt, traemos a dos autores relevantes que nos sirven de introducción a lo que significó esta escuela. En su obra *Psicología del arte*, Gisèle Marty (1999, p. 73) nos dice lo siguiente:

"Hablar de la Gestalt es hablar de percepción, por supuesto. El propósito de la escuela fue, desde sus inicios, el explorar la manera cómo la sensibilidad humana interpreta las señales del medio. Pero la Gestalt lo hace de una manera completamente distinta a como supone la teoría de la percepción tradicional. Desde los tiempos del empirismo, se imaginaba que la percepción consistía en trasladar punto por punto ciertos estímulos procedentes del medio, que eran recibidos por el sujeto mediante una correspondencia exacta".

Décadas antes, otro de los grandes autores de esta escuela alemana como fue Paul Guillaume (1975, p. 9) nos aporta una interpretación con gran paralelismo a que nos ha realizado Gisèle Marty. De este modo nos dice:

"La psicología de la Forma nació como reacción contra la psicología del siglo XIX, que se había asignado por tarea el análisis de los hechos de conciencia o de

conducta. El ejemplo de otras ciencias parecía imponer este método: la física y la química dividían los cuerpos en moléculas y átomos y la fisiología aislaba órganos y los disociaba en tejidos y células; por consiguiente la psicología tenía también que aislar elementos y descubrir las leyes de sus combinaciones; el análisis ideológico le había allanado el camino. Los elementos fueron las *sensaciones* en las que Condillac construía ya el alma de su estatua, es decir los datos simples, originales, irreductibles a todo nuevo esfuerzo de análisis, que respondían en la conciencia a la excitación de cada órgano sensible".

Así pues, la Gestalt o psicología de la forma atacó las raíces del asociacionismo, como corriente dominante hasta entonces. En esa teoría se consideraba que la búsqueda de las unidades o elementos primarios y su obtención, junto al conocimiento del orden y del agrupamiento, proporcionaban las bases para la explicación del funcionamiento de las percepciones como totalidades y de las partes que las componen. De este modo, para comprender una forma percibida visualmente era necesario el estudio de las sensaciones primarias, puesto que, junto a la manera específica de unirse unas con otras, daban lugar a las formas perceptivas. Según el asociacionismo, la percepción táctil de la textura y peso de un objeto, por ejemplo, contiene las sensaciones recibidas por la acción de los dedos, de la mano, del puño, del codo, de la espalda, etc., estando asociadas a las sensaciones cutáneas.

A pesar de que los conceptos asociacionistas están muy arraigados en un amplio sector de la población en la creencia que para comprender un todo hay que partir de los elementos que lo componen, lo cierto es que, como veremos en este trabajo, ni siquiera los niños utilizan esta estrategia en sus dibujos, ya que ellos tienen un *modelo interno* (Luquet) o un *concepto representacional* (Arnheim). Otra cuestión, como se demostrará, es que utilicen en sus primeros años un lenguaje gráfico básico de formas geométricas y que por adición construyan las figuras que tienen en su mente, pero que esto no es el resultado de un pensamiento asociacionista.

Por otro lado, la cuestión más difícil de explicar, dentro de esa línea de pensamiento, era el problema que supone la síntesis de las unidades de las que se parte para explicar el significado de la forma resultante. Es fácil de entender las objeciones cuando se acude al mundo de la química, ya que la mezcla de diferentes elementos da como resultado otro con propiedades distintas a los previos que se mezclan. Es de sobras conocido que el agua es el producto de la unión de dos moléculas de hidrógeno y otra de oxígeno, y en que la síntesis, el agua, aparecen nuevas cualidades que no existían en los elementos primarios.

Para resolver esta dificultad, los psicólogos asociacionistas buscaban distintas explicaciones, como la que nos presenta Guillaume (1975, p.13):

"Los elementos últimos del hecho mental no serían alcanzados por la conciencia; se trataría de elementos psíquicos *inconscientes*. Esta noción puede presentarse bajo dos formas. En la primera, el elemento ha perdido simplemente su individualidad en la combinación en la que entró, pero todavía se podría en estado de pureza en otras condiciones; su inconsciencia es accidental. En la segunda, es por el contrario, inconsciente a causa de su misma naturaleza, pues sólo existe en combinación".

Como podemos comprobar por la lectura de los párrafos destacados de Paul Guillaume, los asociacionistas para justificarse ya no se apoyan en un planteamiento científico, es decir, en la observación directa y en el análisis empírico, por lo que acaba convirtiéndose en una teoría con un fundamento bastante dudoso

Por su parte un autor de la relevancia de E. H. Gombrich (1979, p. 75), en su obra *El sentido del orden* nos dice lo siguiente:

“La teoría de la Gestalt fue la primera teoría de la percepción que se opuso sistemáticamente a la ‘teoría del cubo’ en su registro pasivo de estímulos. Negó la posibilidad de ‘un ojo inocente’ que yo combatí con tanto esfuerzo en ‘Arte e ilusión’. No podemos ver netamente ninguna configuración por así decirlo, porque la tabla en la que los sentidos escriben sus mensajes tiene propiedades inherentes. Lejos de dejar intactos los estímulos que llegan a ella, los coloca en unas ranuras predeterminadas”.



Dibujo realizado por una niña de 12 años con ocasión de los atentados del 11-S en Nueva York. La autora ha construido un conjunto de edificios en perspectiva caballera, siendo de forma cúbica el más pequeño y alargada los contiguos.

nº 1

Es oportuna la referencia que hace Gombrich a la “teoría del cubo” en el sentido de que la visión y representación de un cubo en perspectiva caballera, si aislamos a cada uno de los componentes, nos proporciona la forma de un cuadrado frontal, un romboide en la parte superior y otro lateral. Sin embargo, la imagen que el sujeto obtiene de esta figura

tridimensional como es el cubo no es la suma de los significados que producen de cada una de las formas geométricas elementales. Es un paralelismo muy oportuno para nuestro trabajo con el que citamos del mundo de la química.

En el dibujo nº 1 que mostramos de una chica de 12 años con motivo de los atentados del 11 de septiembre de 2001 en la ciudad de Nueva York nos puede servir de ayuda para comprender la denominada “teoría del cubo”, ya que la autora ha trazado los edificios como si fuera un cubo o en forma de prisma. El significado, desde en punto de vista geométrico, no es el resultado del cuadrado o de los rectángulos que vemos frontalmente y de los romboides laterales y superiores, sino que la imagen mental es el resultado de la asimilación perceptiva de una forma volumétrica y no de la adición de superficies bidimensionales.

Y es que, como apunta Marty (1999, p. 74), “la ley de la buena Gestalt establece que nuestras estructuras perceptivas son capaces de conseguir un conocimiento a partir de datos parciales, de tal suerte que completamos de ‘arriba hacia abajo’ lo necesario para percibir”.

También en apoyo a la psicología de la forma vienen los planteamientos de los filósofos que se adscriben a la corriente de la fenomenología, que tanta relevancia tuvo en el primer tercio del siglo veinte. Estos sostienen que no hay sensaciones, imágenes o sentimientos que puedan ser aislados por completo, es decir, no existen elementos o momentos distintos y yuxtapuestos que, posteriormente, puedan reorganizarse en función de una totalidad, sino una interpenetración mutua de las partes que componen las formas perceptivas.

A partir de la fenomenología y de la psicología de la forma empieza a hablarse con cierta solidez de *estructura*, *articulación* y *totalidad*. En 1890, el psicólogo vienés Von Ehrenfels (citado en Marty, 1999, p. 72), precursor de la Gestalt, en sus publicaciones propuso un ejemplo que sirve para dar a entender, con cierta nitidez, que las características de la forma no son solamente el resultado de las partes que la componen: "Una melodía se compone de sonidos; un dibujo de líneas y de puntos. La melodía puede ser interpretada en otro tono y, no obstante, sigue siendo la misma melodía. Sin embargo, y a pesar de que todos los elementos que la componen han sido alterados, la melodía sigue reconociéndose como tal".

El ejemplo descrito por Ehrenfels podría trasladarse al campo de las artes visuales. De este modo, en una obra pictórica podría aumentarse o disminuirse proporcionalmente la saturación de los pigmentos y permanecería la forma reconocible de la obra, como una totalidad, puesto que "una forma es otra cosa o algo más que la suma de sus partes, tiene

propiedades que no resulta de la simple adición de sus elementos" (Guillaume, 1975, p. 17).

Las ideas más significativas de la Gestalt (Arnheim, 1981, 1998, 2011; Gombrich, 1979, 2002; Guillaume, 1975; Marty, 1999) podríamos resumirlas en los siguientes puntos:

- Toda forma es una *estructura*. El ser humano percibe totalidades articuladas que no son el resultado de la suma de las partes o los elementos primarios, a partir de los cuales pudiera comprenderse la totalidad.

- En la percepción opera el mecanismo de reconocimiento, en el sentido de similitud entre la estructura del objeto percibido y la del *pattern* o modelo almacenado en la memoria. La forma estructural de ese modelo es la que nos posibilita saber a qué clase de tipo pertenece cada objeto percibido de modo individual.

- Una *parte* en un *todo* es algo distinto a esa parte aislada o en otra totalidad. El cambio de una de las partes puede provocar un cambio local en la forma percibida, o traducirse en un cambio de las propiedades de la forma como totalidad.

- Relacionado con el punto anterior, la subordinación de una parte o uno de los elementos a la totalidad es susceptible de grados. En el caso de que la incidencia sea baja en la relación del elemento con la estructura total, se habla de *formas débiles*; si la articulación del elemento en la estructura es alta nos encontramos ante *formas fuertes*.

- Hay "buenas formas" o *pregnantes*, en el sentido de que ejercen mayor fuerza de atracción visual y son más susceptibles de ser percibidas antes que otras que no poseen buena configuración. En el caso de las formas geométricas, son *pregnantes* el círculo, el cuadrado, el triángulo equilátero, el hexágono y, de modo general, las formas que presentan regularidad geométrica.

- En el conflicto de percepción de formas posibles, se puede decir que el agrupamiento o disyunción se hacen en el sentido de la realización de una forma privilegiada. Las formas privilegiadas son *regulares, simples y simétricas*.

- Los elementos que se perciben se organizan tomando como referencia las distancias que los separan. En la percepción existe la tendencia a formar *agrupaciones* o unidades perceptivas con los elementos que se encuentran próximos entre sí.

- En determinadas estructuras, el factor de la proximidad queda sustituido por el de la *similitud*, en el sentido de que elementos similares en cuanto a forma o color tienden a ser percibidos como configuraciones autónomas.
- Puesto que una *forma cerrada* es más fuerte que una abierta, en los procesos perceptivos se destacan las que presentan cierre en su contorno. Por otro lado, existe una tendencia a *cerrar* perceptivamente aquellas formas que se presentan visualmente incompletas.
- Nuestro sistema visual posee la tendencia a funcionar de modo que un segmento rectilíneo evite cambios bruscos de dirección, de manera que los puntos en que se cruza con otros segmentos, se unifica perceptivamente con aquel que continúa en la misma dirección.
- En determinadas situaciones, las líneas y los planos bidimensionales se transforman perceptivamente en figuras tridimensionales.

A pesar de que en la actualidad se tiene un conocimiento más profundo acerca de la psicología de la percepción a partir de los numerosos estudios habidos, hay que dejar constancia que la Gestalt ha dejado gran impronta en distintos ámbitos del saber humano. Sus repercusiones en la educación artística, a través del estudio del modo de percepción de las formas, han conducido a entender la obra como una totalidad y a enfocar las obras de arte desde una perspectiva globalizadora.

2.4. El pensamiento visual en relación a las ciencias, las artes y la educación

Las aportaciones de la Gestalt habría que situarlas en los intentos de ofrecer un conocimiento riguroso sobre la psicología de la percepción visual a partir de datos experimentales que pudieran considerarse con validez universal.

Es indudable que desde la psicología, por su aproximación a los modelos empíricos de las ciencias naturales, se pretende alcanzar certezas sobre el pensamiento visual, tal como lo muestran algunos de los autores que han continuado la labor de la escuela alemana.

Nos referimos a la francesa Eliane Vurpillot (1985), que a través de la extensa obra *El mundo visual del niño*, busca las estructuras visuales y la inserción de las mismas en el entramado de las relaciones espaciales. También a Michel Denis (1984), que por medio de *Las imágenes mentales* y partiendo el valor constructivo de la actividad visual, a través de

actuaciones experimentales, pretende ofrecer las pautas de la formación de las imágenes mentales dentro de las representaciones cognitivas.

En nuestro país habría que citar a Gisèle Marty (*Psicología del arte*, 1999) que sin renunciar a los estudios experimentales que promueve la psicología, se acerca al mundo del arte tomando como puntos de referencia a autores tan dispares como Freud, Vygotski y Gardner.

Puesto que en este trabajo se aborda el pensamiento visual del niño a partir de las formas geométricas básicas que ellos mismos crean en sus dibujos, sin renunciar a las aportaciones de autores ligados a la psicología experimental, nos ha parecido más oportuno encauzar la investigación a través de aquellos autores cuyos trabajos están en el ámbito del arte infantil.

Pero no es una elección que queramos llevar a cabo sin tener en consideración los problemas que el mundo de las artes y de la educación artística tienen en relación con el campo de las ciencias naturales y los métodos experimentales que se utilizan en las mismas para la obtención de un conocimiento de corte científico. Sobre este aspecto, son de interés el siguiente párrafo de Sáinz (2003, p. 22) en el que nos dice:

“Hasta hace bien poco, hablar de ciencias, o de investigación científica, era referirse a un ámbito en el que la racionalidad, la experimentación, el cálculo, la comprobación fiable, la generalización de las conclusiones o la objetividad de los planteamientos componían un mosaico de características de pensamiento y cualidades de indagación que encajaban perfectamente dentro de la estructura de toda fundamentación epistemológica. Y todo ello, con la finalidad de dotar a la investigación y al pensamiento de la credibilidad necesaria para que las características y cualidades indicadas se convirtieran en las componentes inequívocas de un mundo regido por la razón; un mundo admirable, solo al alcance de unas mentes privilegiadas y, en consecuencia, un mundo inaccesible para el hombre medio”.

Bajo estas premisas, en la cultura occidental, se ha producido un claro predominio del pensamiento racional matemático como sostén de todo conocimiento bien fundamentado y, como derivación, de la lógica científica, dando lugar a que se considere que el verdadero conocimiento esté presidido por el criterio positivista de investigación.

En cierto modo, esta creencia se traspasó al ámbito educativo. Así, se cree que el niño bien dotado es aquel que da muestras precoces en el campo del cálculo, lo que supuestamente es indicio de una futura inteligencia matemática, y del que se espera que pueda tener un buen desarrollo intelectual y un horizonte profesional abierto. Pero esto no es exclusivo de nuestro país.

Si leemos a Eisner (2004, p. 13) refiriéndose a su país, Estados Unidos, comprobamos que nos encontramos en una situación similar:

“Aunque en las escuelas estadounidenses las artes se encuentran *teóricamente* entre las llamadas materias básicas, y aunque los distritos escolares e incluso el gobierno federal así las identifican, existe una gran ambivalencia en su relación con el currículo. Nadie quiere ser tenido por un ignorante, pero al mismo tiempo se ofrecen lugares de privilegio a otras materias. A pesar de la reciente campaña sobre su contribución al rendimiento escolar, las artes se consideran agradables, pero no necesarias”.

Y es que se encuentra ya muy afianzado en el pensamiento común de nuestra cultura que las bases del conocimiento son las matemáticas y la lengua, incuestionablemente, dos disciplinas necesarias para un individuo bien dotado intelectualmente, es decir, de todo aquel que posee una buena estructura mental, presidida por la lógica, el raciocinio y el cálculo. En cambio, otras disciplinas, entre ellas las artes y la educación artística, se entienden ligadas a personas en las que predominan la imaginación, la intuición, la espontaneidad, la creatividad..., cualidades interesantes pero de sujetos poco dotados para la lógica, el razonamiento o la planificación.

Como bien apunta Howard Gardner (1994, p.25) el defensor de las *inteligencias múltiples*:

“Se considera que el individuo en desarrollo es alguien que adquiere los hábitos de clasificación matemática, de explicación internamente coherente, de deducción a partir de principios rigurosos y la oportuna aplicación de sistemas de reglas organizadas que son marchamo de la ciencia occidental”.

Esta brecha abierta en las formas de entender el conocimiento ya fue cuestionada por el propio Vygotski, cuando, en 1925, sostenía que “el arte representa una forma particular de pensamiento, lo cual en definitiva conduce a lo mismo que el conocimiento científico, pero por otro camino” (Vygotski, 1972, p. 50), o, más adelante, en 1930, cuando nos indicaba que “las obras de arte pueden ejercer una influencia tan enorme en la conciencia social gracias a su lógica interna” (Vygotski, 1990, p. 27).

También en el campo de la investigación, hay que entender que el propio modo de enfocarla viene condicionado por unos intereses ligados a un determinado tipo de conocimiento, prioritariamente cuantitativo, en detrimento de otros integradores, en los que se contemplan los aspectos cualitativos, tanto de la realidad social como de los individuos que la componen. Relacionado con este paradigma, Gardner (1994, p. 269) nos apunta que:

“El foco de la investigación recae en la solución y no en el descubrimiento de problemas; en las deficiencias, no en las fuerzas; en la comprensión de conceptos y

no en la realización cualificada; y sobre todo en aquellas tareas que pueden fácilmente describirse en función de respuestas correctas y erróneas, en lugar de recaer en aquellas cuya realización podría igualmente producirse en diversas direcciones”.

Y es que el peso del modelo epistemológico de las ciencias experimentales, especialmente el nacido a partir de la física y las matemáticas, es tan fuerte que ha configurado el criterio científico de las investigaciones, es decir, el paradigma dominante de la obtención del conocimiento válido, de forma que, para los autores que lo han defendido, “la preocupación por la validación y la falsación ha sido tan grande que todo lo demás se considera, en el mejor de los casos, como sospechoso” (Eisner, 1987, p. 75).

Según esta perspectiva, el conocimiento artístico basado, en parte, en la percepción, las emociones y las destrezas manuales, está distanciado y alejado del conocimiento que se obtiene a partir de la lógica formal, de la investigación experimental y del trabajo intelectual con proposiciones claras y racionalmente formuladas.

Esta dicotomía en los modos de pensar es cuestionada por Eisner (1987, p. 76), quien se posiciona en contra de la existencia de dos maneras de originarse el conocimiento:

“La opinión de que el conocimiento debe estar encarnado en proposiciones conduce a la creencia de que ciertos modos de pensamiento son afectivos o emotivos, mientras que otros son cognitivos o inteligentes. El significado es el producto de uno y la expresividad del otro. Las ciencias se convierten en la avenida hacia la verdad, y las artes en los caminos al placer y la liberación emocional. La comprensión es asunto exclusivo de las proposiciones verificadas, y la afirmación poética se considera como cognitiva”.

En la defensa de un pensamiento integrador, Eisner (1998) indica unas premisas necesarias para lograrlo, y que de forma resumida son:

- Existen múltiples maneras de conocer la realidad: artistas y escritores, así como científicos, tienen cosas importantes que decir acerca del mundo.
- El saber humano es una forma construida por la experiencia y, en consecuencia, un reflejo tanto de la mente como de la naturaleza: el saber se hace, no simplemente se descubre.
- Las formas a través de las cuales los humanos representan sus concepciones del mundo tienen una influencia primordial sobre lo que son capaces de decir acerca de él.
- El uso efectivo de cualquier forma a través de la cual se conoce y se representa el mundo requiere el uso de la inteligencia.

- La elección de una forma a través de la cual se representa el mundo no sólo influye sobre lo que podemos decir, sino también sobre lo que entendemos como experiencia.
- La investigación educativa será más completa e informativa cuanto más aumentemos el alcance de las maneras mediante las cuales describimos, interpretamos y evaluamos el mundo educativo.
- Las formas particulares de representación que se convierten en las aceptables por la comunidad de investigadores es más bien una cuestión de política (académica) que epistemológica.
- Las nuevas formas de representación, cuando son aceptadas, requieren nuevas competencias.

A partir de estas consideraciones de Eisner, la integración de las artes en el mundo de la enseñanza y, de modo especial, en el ámbito de la investigación con rango científico conlleva aceptar que posee una epistemología o cuerpo teórico que puede ser desarrollado y transmitido tanto en la vertiente conceptual como en la de la aplicación práctica. Y puesto que no es posible desligar de la formación de la inteligencia humana las emociones y la necesidad de comunicarlas, se debe alcanzar un planteamiento epistemológico en el que se llegue a entender y aceptar que “una ciencia comprensiva del desarrollo humano necesita un cierto modo de considerar el espectro completo de las capacidades y talentos mostrados por los seres maduros” (Gardner, 1994, p. 26).

3. LA FORMACIÓN DEL PENSAMIENTO VISUAL EN EL NIÑO

3.1. Introducción

Desde finales del siglo diecinueve, los dibujos de los niños fueron objeto de curiosidad por parte de algunos docentes, escribiendo artículos con cierto grado de improvisación, ya que no se tenían los conocimientos suficientes para abordar su gran riqueza semántica y plástica. Sería a partir de la obra del francés Georges-Henri Luquet cuando comenzaría el estudio riguroso de las creaciones artísticas de los escolares. A partir de su obra, siguieron diversos estudios, de modo que a partir de la mitad del siglo pasado las publicaciones se multiplicaron, fuera por el interés de los psicólogos, los pedagogos o los profesores de educación artística.

Tal como nos dice Sáinz (2011, p. 35), “la gran riqueza plástica, semántica y proyectiva que poseen las producciones gráficas infantiles es la razón por la que los estudiosos interesados en conocer el significado de estos trabajos, o a los propios niños en sus facetas cognitiva o emocional, hayan dado lugar a una copiosa bibliografía”.

De igual modo, el mismo autor nos indica que podría hablarse de dos grandes escuelas: las publicaciones en lengua inglesa y en lengua francesa.

Las trabajos publicados en inglés se centran, principalmente, en el estudio de los aspectos formales y artísticos de los dibujos de los niños, destacándose los siguientes autores: Elliot W. Eisner (1995, 2004), Jacqueline Goodnow (1979), Rhoda Kellogg (1979), Viktor Lowenfeld (1947, 1974), Viktor Lowenfeld y William L. Brittain (1972), John Matthews (1999), Herbert Read (1982) y Wilson, Hurwitz y Wilson (2004).

En lengua francesa, predominan las investigaciones centradas tanto en los aspectos formales de los dibujos como en los elementos cognitivos de los niños en cuanto autores de los mismos. Entre los autores que publican en francés cabe destacar: Henry Aubin (1967, 1974), Louis Corman (1967, 1971), Bernard Darras (1996), Rosaline Davido (2003), Daniel Widlöcher (1978a, 1978b), Georges-Henri Luquet (1926, 1930, 1978), Liliane Lurçat (1976, 1985), Janine Mantz-Le Corrolier y Arno Stern (1969, 1989), entre otros.

En lengua alemana, las investigaciones que más se han divulgado han sido los tests proyectivos elaborados por Karl Koch (1962) y, especialmente, la importante obra de Rudolf Arnheim.

Puesto que sería muy difícil realizar un estudio del pensamiento visual del niño a partir de tantos autores, nos ha parecido oportuno indagar en los conceptos de los tres más relevantes –Luquet, Arnheim y Eisner- complementando sus postulados con trabajos que hemos obtenido de los niños al cabo de los años para ofrecer una fundamentación teórica con aportaciones concretas de la propia investigadora.

3.2. El enfoque de Georges-Henri Luquet

Uno de los grandes autores del estudio evolutivo del niño a partir de sus dibujos o representaciones gráfico-visuales es el autor francés Georges-Henri Luquet (1876-1965), gran referente de la escuela francesa para aquellos que han investigado dentro de este ámbito.

Luquet fue catedrático de Filosofía, aunque su mayor reconocimiento proviene de un campo un tanto alejado de las inquietudes de los filósofos como es el arte de los niños, de manera que su obra sobre el arte infantil podemos considerarla dentro de las pioneras, no solo porque sus publicaciones aparecen en los albores del siglo veinte, sino también por el rigor y la profundidad psicológica de sus propuestas.

Su primer trabajo de relevancia, aparecida en 1913, lleva por título *Los dibujos de un niño*, basado en la atenta y rigurosa observación acerca de los dibujos de su hija Simonne, abarcando la producción monográfica de la niña cuando contaba con pocos años. La obra, al estar centrada en el estudio de un caso concreto, no adquirió gran trascendencia, aunque en ella ya incorpora algunos de los conceptos más significativos que posteriormente desarrollaría en la que sería su gran obra clásica.

Catorce años después de su primera publicación, en 1927, ve la luz *El dibujo infantil*, que, como hemos indicado, acabaría siendo la gran obra clásica del arte del niño dentro del ámbito de la lengua francesa. Autores tan relevantes como Bernard Darras (1996), Rosaline Davido (1998), Liliane Lurçat (1976, 1980), Phillippe Wallon (2008) o Daniel Widlöcher (1976) no se entenderían sin las aportaciones de este gran pionero. “La profundidad y riqueza conceptuales de sus trabajos han sido de tal calibre que todavía hoy se debaten o se toman sus postulados como puntos de referencia para el estudio de las producciones gráficas infantiles, tanto desde la perspectiva artística como psicológica” (Sáinz, 2011, p. 47).

Incluso Jean Piaget tuvo conocimiento de la obra de Luquet, estimando las aportaciones que llevaba a cabo; no obstante, el autor suizo en sus investigaciones no utilizó las representaciones gráfico-visuales de los niños, ya que entendía que el dibujo

era un lenguaje específico diferenciado del lenguaje verbal con el que trabajaba en sus indagaciones sobre la psicología infantil.

3.2.1. *La imagen como modelo interno*

Luquet sostiene que el niño antes de trazar una figura debe poseer una imagen mental de aquello que va a representar, en el caso de que no sea el dibujo de copia de una lámina cuya figura ya tiene presente. Si fuera el dibujo de un modelo gráfico que se le ofrece, se limitaría a la reproducción, más o menos lograda del objeto que se encuentra trazado delante de sus ojos. Y aunque en las edades tempranas no es frecuente el dibujo o la pintura del natural, sucedería lo mismo que en el caso precedente: se trataría de ir trasladando parte a parte los elementos que componen las figuras de la realidad física que tiene delante de sus ojos y que desearía plasmar en la superficie o soporte pictórico.

Puesto que el niño habitualmente trabaja en el aula sin tener delante aquello que va a representar, tiene que acudir al *modelo interno* (Luquet, 1978) que posee en su mente, y que no es exactamente la copia pura y simple de los elementos físicos externos, ya que necesariamente debe acudir al lenguaje gráfico que posee para hacer una traslación de lo cognitivo-visual a lo gráfico-visual.

En palabras del propio Luquet (1978, p. 57), “la representación de un objeto a dibujar (...) toma forzosamente la forma de imagen visual, pero esta imagen no es la reproducción servil de una cualesquiera de las percepciones proporcionadas al dibujante por la vista del objeto o de un dibujo correspondiente”. Este párrafo viene referido a aquellos dibujos que el niño pudiera realizar de manera directa, ante la presencia físico-visual de los objetos a plasmar.

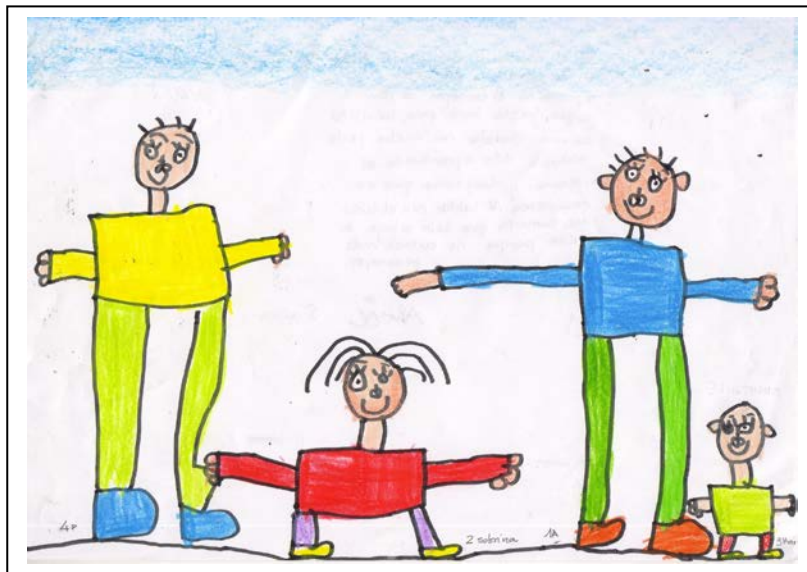
De forma paralela a la realización gráfica con la presencia de los elementos, el *modelo interno* es previo en la ejecución de los dibujos hechos de memoria, aunque también interviene en los casos en los que realizara un dibujo de copia o intentara la reproducción de un objeto que directamente lo observa. En las dos últimas situaciones indicadas, el objeto exterior sirve fundamentalmente de sugestión, “siendo el modelo interno lo que realmente es dibujado” (Luquet, 1978, p. 57).

Una pregunta que cualquiera puede hacerse es la siguiente: ¿cómo se forma en el niño el modelo interno de un objeto cualquiera por ve primera vez? Por parte de Luquet (1978, p. 62) no hay verdadera aclaración a este problema, puesto que el autor francés solamente nos dice que “cuando el niño tiende a dibujar un objeto por primera vez le es necesario crear en su alma el modelo interno”. Deja, pues, sin solución una interrogante fundamental para

entender la génesis del pensamiento visual en el ser humano. Lógicamente, la explicación dada por el autor francés no apunta al origen o la formación de la imagen mental que el sujeto necesita poseer antes de plasmar o exteriorizar la difusa e imprecisa forma que tiene en la mente, sino que se conforma en afirmar que es necesario un *modelo interno* antes de ser plasmado en una lámina.

Por otro lado, conviene indicar que en la etapa del *comienzo de la figuración*, es decir a partir de los 4 años, tanto el dibujo del natural como el realizado sin la presencia de los objetos tienen gran semejanza, ya que “forzosamente es el modelo interno el que debe reproducirse en los dibujos hechos de memoria”. También el niño acude al modelo interno cuando se propone reproducir un objeto que tiene presente, puesto que en este caso “el objeto exterior solo sirve de sugestión, siendo el modelo interno lo que realmente es dibujado” (Luquet, pp. 57-58).

La observación del autor francés la consideramos totalmente pertinente, tal como hemos podido comprobar en nuestro trabajo de investigación.



Dibujo realizado por un niño de 5 años sobre el tema de la familia.

En las figuras se aprecia el recurso al empleo de formas geométricas para la construcción del cuerpo humano.

nº 2

Si observamos el dibujo nº 2, realizado por un niño de 5 años, referido al tema de la familia, comprobamos que ha trazado tres figuras masculinas y una femenina. Las imágenes gráficas que el pequeño ha plasmado entendemos que no se corresponden exactamente con las imágenes mentales que archiva en su memoria, sean del género masculino como del femenino.

Dialogando con el pequeño autor, comprobamos que nos puede ir describiendo las distintas partes que configura el cuerpo humano con mucha más precisión que la que

manifiesta en su dibujo. Por otro lado, y en apoyo de esta afirmación, se encuentran partes corporales (codo, rodilla, tronco superior e inferior...) de las propias figuras masculinas y femeninas que no aparecen en la escena y que, sin embargo, el niño sabía describirlas y ubicar el lugar del cuerpo en el que se encontraban. Por otro lado, las partes corporales masculinas y femeninas no están configuradas por formas geométricas.

El pequeño ha acudido, pues, al lenguaje gráfico que en ese momento posee para llevar a cabo una traslación de su *modelo interno* de tipo mental a otro *gráfico-visual* para configurar un dibujo o mensaje con el cual comunicarnos su concepto de familia, tomando las formas geométricas y no geométricas que adquirió en la etapa del garabateo para poder representar al hombre y la mujer, con unos tamaños que se encuentran en función de las edades. Hay que apuntar, por otro lado, que al realizar el dibujo en clase tenía delante de él la figura de su maestra y la de sus compañeros; sin embargo, no eran los modelos de la realidad de los cuales se servía para realizar las figuras humanas, sino aquellos que tenía en su mente, y a los que acudía sin que mediaran en su creación gráfica.

En este ejemplo vemos que el autor acude a formas geométricas como el círculo, el óvalo, el cuadrado, el rectángulo, la línea recta y la curva, y que son utilizadas, por medio de la adición, para crear figuras gráficas que según el niño se corresponden con su padre, su madre, el mismo y con un hermano más pequeño. Esto nos indica que el lenguaje gráfico-geométrico le sirve para “contarnos” cómo entiende de manera visual cada uno de los personajes que ha dibujado.

Como se ha apuntado anteriormente, si se le hubiera pedido que realizara el dibujo estando presentes los personajes de su familia, posiblemente no hubiera variado la respuesta gráfica, pues el modelo interno, a través del lenguaje gráfico-geométrico que posee en esos momentos, es el que actúa en el proceso de representación.

3.2.2. *La semejanza u homonimia gráfica*

Para dar respuesta al problema de por qué el niño no acude a representar las figuras y los objetos que le son nuevos, tal como los percibe visualmente, Luquet acude a un término que el propio autor acuña para aproximarnos a una explicación del problema. La *homonimia gráfica* o semejanza entre una forma ya conocida por el propio niño y otra nueva sería la que le movería a la representación tal como la lleva a cabo.

Así pues, la *homonimia gráfica* no solo es un factor de la interpretación que mentalmente realiza el niño de dos elementos similares sino también de la intención o voluntad a la hora de plasmarlos gráficamente, al tiempo que se manifiesta como una de

las razones más sólidas que acude en apoyo a la estabilidad o a la modificación del modelo interno. De este modo, “el dibujo evocador despierta en la mente del niño la idea del motivo correspondiente, idea que se dobla con la intención de reproducir el mismo modelo” (Luquet, 1978, p. 61).

Según lo anterior, la semejanza de formas da origen a un nuevo modelo interno, no de manera mecánica, sino bajo la mirada consciente y observadora del niño. De ahí que “a consecuencia de la analogía morfológica de ese modelo interno con el modelo interno de otro motivo, se produce en la mente del niño un paso del primero al segundo, siendo este último el que es dibujado” (Luquet, 1978, p. 61).

Más adelante, Luquet (1978, p.62) nos dice que "la dificultad que obstaculiza la ejecución de un dibujo inicial no es de orden gráfico, sino psíquico", añadiendo que es la propia pereza infantil la que hace que el niño no construya mentalmente el modelo interno correspondiente. Esta dificultad se resuelve cuando decide realizar el dibujo inicial, pues este le obligará a crear un nuevo modelo interno, que se mantendrá en la mente infantil y se comprobará en los siguientes trabajos referidos al mismo motivo.

El modelo interno no solamente interviene en el proceso de ejecución del dibujo, sino que también cumple la función de interpretación que el niño elabora acerca de su trabajo a partir del significado que atribuye a la escena y los elementos representados en ella. A partir de este proceso psíquico, surgen cualidades o características ligadas al modelo interno, que, según el autor francés, son las de *ejemplaridad*, *síntesis*, *jerarquía* y *finalidad*.

3.2.3. Modelo interno y ejemplaridad

Según Luquet (1978, p. 64), “los dibujos infantiles suelen figurar, especialmente al principio, imágenes genéricas más que imágenes individuales”, es decir, que el niño realiza sus figuras bajo las concepciones gráfico-geométricas ligadas a su pensamiento visual y por la atribución de un valor o cualidad general al modelo interno de un objeto individual.

Más adelante, nos indica que “un dibujo genérico, por regla general, no recurre a un modelo interno que le sea propio; no se distingue en nada, por un trazado de un dibujo individual y su generalidad reside, únicamente, en la significación que el dibujante le atribuya” (Luquet, 1978, p. 64).

Lo anterior nos indica que cuando el niño acude a la representación del modelo interno que posee tiene unas referencias visuales y concretas ligadas de sus experiencias vitales y

emocionales, por lo que la plasmación de un elemento particular no se diferencia de otro de tipo general.



Escena dibujada por un niño de 5 años. En la misma se aprecia de manera destacada el uso que realiza de elementos geométricos básicos tanto en la construcción de las figuras humanas como en el sol y la casa que les acompaña.

n° 3

Así, en el dibujo 3, encontramos una escena realizada por un niño de 5 años sobre la familia. Dentro de la misma vemos que ha representado a su prima, al propio autor, a su padre, a su madre y una casa en el lado derecho. En la parte superior de la lámina, traza el sol y un par de nubes. Por otro lado, llama la atención la incorporación del lenguaje escrito dentro de la propia escena que ha trazado, como clara manifestación de la unión de dos lenguajes: el textual y el gráfico.

Desde el punto de vista gráfico vemos que las figuras humanas, con rasgos claramente geométricos y, en consecuencia, generalizables, son personajes concretos: el autor no ha pretendido realizar una niña, sino a su prima; tampoco a un hombre y una mujer, sino a su padre y a su madre. De igual modo, la casa, que presenta formas geométricas básicas en su elaboración, no es una casa cualquiera, sino “su casa”.

El pequeño autor no ha buscado, tal como Luquet nos indica, plasmar unas figuras y unos objetos cualesquiera, sino aquellos que están ligados a su propio mundo, a sus propias experiencias emocionales; ello a pesar de que acuda a formas tan generales como son las geométricas y no geométricas que ha empleado en la representación de la escena.

Esto lo aclara el autor francés cuando nos dice que “a la atribución de un valor general del modelo interno de un objeto individual le llamaremos ejemplaridad” (Luquet, 1978, p. 64). Lo anterior supone que el pequeño generaliza sus experiencias personales, de manera que “su casa” le sirve como *modelo ejemplar* de las otras casas que pueda realizar.

3.2.4. Modelo interno y síntesis

Junto al concepto de ejemplaridad para explicar el modelo interno, se encuentra el de *síntesis*, consistente en conjugar o reunir en una misma imagen gráfica las partes o los elementos de la realidad física exterior cuya relación entre ellos no son de contigüidad, sino de alternancia o de contraposición.

Lo anterior implica que el niño puede incorporar nuevos elementos al modelo interno que posee de un objeto o figura, con lo que ayuda a avanzar en la comprensión de la mayor complejidad de la misma, sin que para el autor implique ningún problema incorporar elementos que no se perciben simultáneamente.



Dibujo sobre el tema de la familia realizado por un niño de 4 años. Lo más sorprendente de este trabajo es que el pequeño plasma gráficamente un pensamiento de tipo sintético, al trazar, en el mismo cielo, el sol, la luna, un arco iris y una nube.

nº 4

Así, en el dibujo 4, realizado por un niño de cuatro años apreciamos el concepto de síntesis que se incorpora al modelo interno que tiene de la naturaleza y del cielo. Dentro de este espacio etéreo, vemos que ha dibujado, integrándolos, el sol, la luna, el arco iris y una nube.

Antes de llegar a esta integración, solamente trazaba el sol para expresar la parte aérea de las escenas. Más tarde, hemos podido comprobar que debido a que posiblemente los ha visto en libros de cuentos infantiles agrupa otros elementos espaciales que no son simultáneos, pero que el pequeño todavía no es capaz de explicar de forma alternativa, por lo que acude a la *síntesis* o, como en este caso que hemos descrito, a la de *sincretismo* dentro del propio dibujo.

Por otro lado, y tal como nos explica Sáinz (2011, p.53):

“Para explicar el concepto de síntesis en los dibujos infantiles, hay que tener en cuenta que en la formación del modelo interno de un dibujo individual aparecen tanto los aspectos no conscientes como los conscientes de las experiencias, productos de las impresiones que proporciona el objeto o modelo, así como de las imágenes archivadas en la memoria. La elaboración de este modelo interno necesita de una selección o de una elección del conjunto de los elementos que van a servir a la realización del dibujo”.

Hemos de tener en consideración que la mente del niño no es un mero recipiente en el que se alojan, en igualdad de condiciones, todas las experiencias visuales, por lo que “distingue entre elementos esenciales y elementos secundarios; dicho con más precisión, instituye entre esos detalles elementos esenciales y elementos secundarios” (Luquet, 1978, p. 66). Así, nace en la mente del niño una escala de jerarquización de los elementos que va a plasmar gráficamente. La importancia que el pequeño concede a los diferentes elementos constitutivos de una figura, de un objeto o de una escena la va a reflejar en los propios dibujos. El orden de aparición, por ejemplo, es uno de los factores significativos de la importancia concedida a los elementos representados. También, la observación de dibujos sucesivos de un mismo motivo proporciona datos relevantes acerca de los que son esenciales.

3.2.5. Modelo interno y jerarquía

Dentro de los estudios de la psicología de la percepción, un aspecto que tiene gran relevancia es el orden de importancia que el sujeto receptor, de manera consciente o no consciente, atribuye a las partes de la imagen registrada visualmente. Hay que tener en cuenta que la mirada recoge numerosos elementos, formas, colores, texturas, etc., en el mismo momento en el que está mirando. Pero la mente es selectiva, ya que no puede acoger y dar significado a toda una amplia gama de estímulos registrados.

Siguiendo este principio, Luquet (1978, p. 68) nos dice lo siguiente:

“En la jerarquía a la que el niño somete los elementos de los objetos que dibuja, parece establecer una distinción fundamental entre los que son solo detalles secundarios y accesorios, incluso sin ser más importantes que otros, y un elemento especial que juega, este término metafísico no está desplazado, el papel sustancial”.

La jerarquía se aprecia notablemente en el dibujo de la figura humana en el niño, ya que lo más relevante de su modelo interno que posee está centrado en el rostro, por delante de cualquier otra parte del cuerpo. Y dentro del propio rostro son los ojos y la boca los elementos más significativos, pues el niño no concibe un rostro humano que no tenga

aquellos elementos que componen el sentido de la vista, a través de los cuales se relaciona visualmente con el mundo exterior. De igual modo, la boca es la parte del cuerpo a través de la cual se alimenta y por medio de ella puede hablar. Entre los ojos y la boca le suele añadir una pequeña línea que representa la nariz.



La concepción de jerarquía en el pensamiento visual del niño queda patente en este dibujo de una niña de 5 años, puesto para que la representación de la figura humana acude al uso de un círculo para el rostro y cuatro rayitas que salen del mismo para los brazos y piernas.

nº 5

Así, en el dibujo 5, correspondiente a una niña de cinco años, podemos observar que para la figura humana utiliza el rostro como elemento esencial. A partir del mismo, salen dos rayas para expresar los brazos y otras dos para las piernas; con estos cuatro trazados resuelve todo el resto del cuerpo.

Se entiende que el modelo interno de la pequeña autora referido al cuerpo humano viene claramente jerarquizado, puesto que le basta con un círculo para expresar el rostro, como si fuera la parte esencial de toda persona, independientemente de la edad que tenga.

Como hemos apuntado anteriormente, la niña conoce mucho más del cuerpo que aquello que plasma en su dibujo, puesto que si se le indicase que nos fuera nombrando cada una de sus partes, comprobaríamos que lingüísticamente es capaz de comunicar los nombres de los brazos, manos, tronco, piernas y pies. Y posiblemente, nos podría describir algunos de los nombres de los dedos de las manos.

Entonces, ¿por qué no los traza si sabe que existen y que forman parte de la figura humana. Sobre la ausencia de otros elementos que podrían incorporarse, Luquet (1978, p. 69) nos dice lo siguiente:

“Sería sin duda exagerado pretender que sea con propósito deliberado que el niño elimine de su dibujo uno u otro de los elementos reales del objeto que representa;

no obstante, hay un cierto punto de conciencia de la existencia de esos elementos en el mismo momento en que él los desecha”.

Ciertamente, como apuntan Lowenfeld y Brittain (1972, p. 140) “se ha probado que mostrándole a un niño de cinco años dibujos de personas o haciendo que mire a personas mientras dibuja no cambia la forma en que las representa”, lo que nos induce a pensar que, por un lado, el lenguaje gráfico-geométrico es un medio de comunicación en el que se apoya para representar visualmente sus imágenes mentales y, por otro lado, que la visión jerárquica está muy presente en el niño, puesto que acude a los elementos visuales que considera fundamentales para describir aquello que ha representado, descartando lo que cree que no es esencial para expresar las cualidades de las figuras.

De este modo, si acudiéramos al lenguaje verbal para que nos describiera, por ejemplo, todo lo que conoce de la figura humana encontraríamos una descripción mucho más amplia que lo mostrado en el dibujo. Así, el rostro no se acabaría en la redondez de la cabeza, en los puntos de los ojos y en la línea de la nariz, sino que, posiblemente, incorporaría los labios, la lengua, las cejas, las pestañas, etc. Las cualidades de síntesis y de jerarquía del modelo interno del niño dan lugar a que su expresión gráfica sea más reducida que la verbal o que para él los elementos visuales contienen más significación que los verbales, por lo que le basta con formas geométricas básicas para describir un conjunto de elementos visuales integrados en una unidad elemental.

3.2.6. El modelo interno y la finalidad

La última cualidad que Luquet cita relacionada con su propuesta del modelo interno es la de finalidad. Y conviene acudir a sus propias palabras para entender algo tan esencial en el pensamiento infantil, pues necesariamente estructura sus conceptos acerca del pensamiento visual a través del modelo interno que el propio autor francés sostiene.

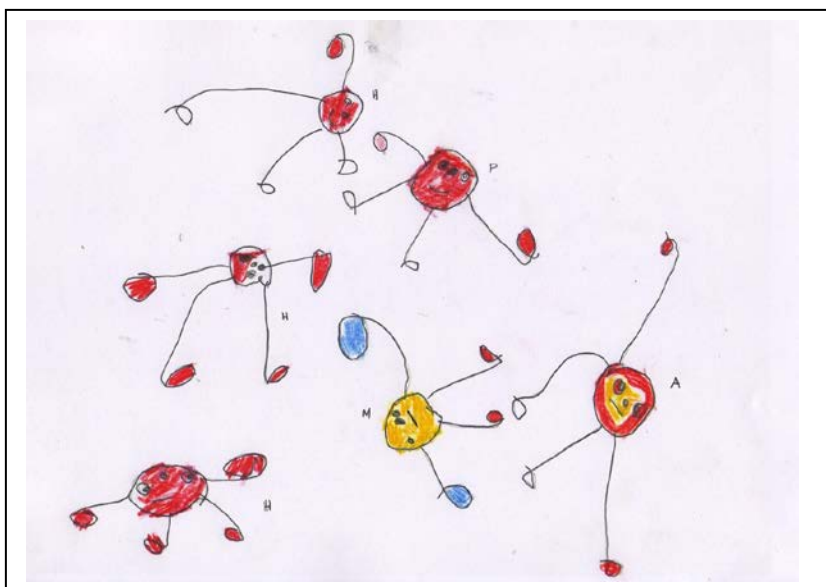
“El niño es esencialmente finalista, aunque concibe la finalidad a la manera de Sócrates: su representación de las cosas es, empleando una expresión de Renan, antropocéntrica” (Luquet, 1978, p. 70).

Lo anterior se entiende muy bien cuando se dialoga con los pequeños, puesto que, en ocasiones, si no conoce el nombre de un objeto apela a la función o finalidad que tiene para describirlo. Así, un niño puede decir que “es una cosa que sirve para sentarse”, o “es una cosa que sirve para pelar”, o “es una cosa para dar calor”, etc.

Quienes viven con niños pequeños entienden perfectamente la idea de finalidad en ellos, puesto que es muy frecuente escucharles la expresión “por qué” y “para qué”, como dos

aspectos esenciales en el pensamiento infantil, necesarios para su comprensión del mundo que les rodea.

De igual modo, en el dibujo de la figura humana se puede comprobar cómo inicialmente no suele aparecer el tronco, puesto que desconoce las funciones vitales de los órganos que contienen y su dibujo se estructura a partir de la cabeza, brazos y piernas, ya que conoce para qué sirven



Dibujo de niña de 4 años. Como puede apreciarse, acude a un círculo para la representación del rostro de los seis componentes. De la cabeza salen cuatro líneas que acaban en pequeños círculos para las manos y pies. La niña acude inicialmente al trazado de aquellas partes corporales de las cuales conoce sus funciones.

nº 6

En los dibujos 5 y 6 vemos que las autoras no han realizado el tronco de las figuras. Comienzan por aquellas partes que entienden que posee una función o finalidad. Comprobamos como ambas trazan un círculo para representar el rostro, y dentro de él, los ojos, la nariz y la boca, ya que saben para qué sirve cada uno de estos órganos. Curiosamente, no trazan las orejas. Esto habitual en los denominados *renacuajos*, es decir, que en las primeras figuras humanas no aparezcan, ya que el niño tendría dos pequeños círculos adheridos al principal y el resultado sería rechazable estéticamente, incluso para los niños pequeños. Del rostro salen los brazos y manos que sirven para coger, y a las piernas y pies, con las funciones destinadas a caminar.

Esta concepción antropocéntrica, de la que hablaba Ernest Renan, ha sido estudiada de manera pormenorizada por Piaget (1975, 1981), puesto que considera la idea de animismo como algo básico en el desarrollo del niño.

A propósito de esta cuestión, y referido al animismo infantil acerca del sol que tan tempranamente aparece en las representaciones gráfico-visuales, Piaget (1981, p. 188) nos dice lo siguiente:

“Hemos hallado tres etapas. Durante la primera, el niño cree que el sol y la luna le siguen como haría un pájaro a la altura de los tejados. Esta etapa se extiende, por término medio, hasta los ocho años, pero se encuentra todavía presente hasta los doce años. Durante una segunda, el niño admite a la vez que el sol nos sigue y que no nos sigue. Hay aquí una contradicción que el niño sufre y que trata de vencer como puede: el sol está inmóvil, pero sus rayos nos siguen, o el sol permanece fijo, pero está girando de modo que nos mira siempre (...). En fin, desde los diez u once años, el niño sabe que el sol y la luna parece que nos siguen, pero que es una ilusión debida al alejamiento de estos astros”.

Tanto el concepto de finalidad como el de antropocentrismo o el de animismo perviven durante tiempo en el pensamiento infantil, más allá del comienzo de la figuración que estamos investigando.



El antropocentrismo está de manera temprana en las escenas trazadas por los niños. En este dibujo de una niña de 5 años sobre el tema de la familia ha representado a un sol de carecer animista en medio de las figuras que representan a su padre y a su madre.

n° 7

Como hemos apuntado, el elemento que mejor expresa el animismo o antropocentrismo en los dibujos de los niños es el sol, ya que la mayor parte de los escolares lo representan en sus escenas, especialmente en el de la familia.

Es el caso del dibujo n° 7, correspondiente a una niña de cinco años, en que el sol, con rasgos similares a los rostros de las cuatro figuras que ha trazado, se presenta de modo claramente animista, ya que posee las mismas partes que los de las figuras humanas. Por otro lado, la pequeña ha trazado un par de corazones flotando entre los personajes. Al preguntarle que para qué servía el corazón, sin dudar en ningún momento, nos dijo que “para amar”. La pequeña, lógicamente, desconocía las funciones vitales en el cuerpo de este órgano; sin embargo, en sus dibujos, al igual que en los de otros niños y niñas, solían presentarlos como manifestación de cariño entre las personas que se quieren.

Sobre la representación simbólica de objetos y figuras se abre entonces un nuevo cauce de investigación, pues las formas visuales de elementos simbólicos, como pueden ser el corazón o el arco iris, que los pequeños incorporan tempranamente en sus producciones son verdaderamente relevantes para comprender el pensamiento visual de los más pequeños. Bien es cierto que estos símbolos visuales los incorporan a partir de la explicación recibida en el aula, de modo que los significados que socialmente se les asignan les han sido explicados a los pequeños, por lo que no se puede decir que sea un uso a partir de una capacidad de simbolización con valor cultural que en las edades tempranas no poseen.

3.2.7. *La interpretación*

Los procesos cognitivos del niño no acaban en la ejecución de la imagen que plasma en una lámina, puesto que una vez que ha terminado su dibujo procede a realizar una interpretación de la escena que ha plasmado, sea personal interna o sea charlando con la persona que se encuentra junto a él. De este modo, llevará a cabo un ajuste entre su modelo interno y la representación gráfico-visual de esa escena dibujada o de los elementos que la componen, que, a fin de cuentas, es la expresión exteriorizada de esas imágenes un tanto difusas e imprecisas que registra su mente.

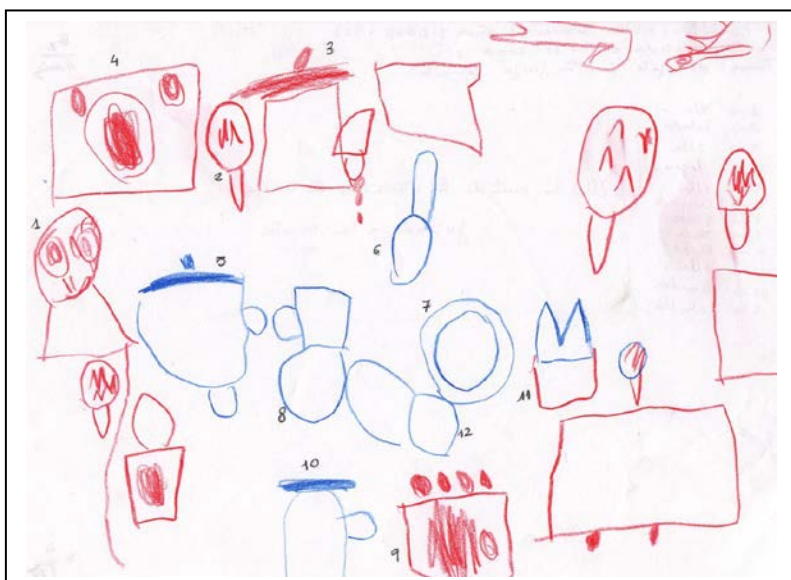
En este proceso se podría establecer un cierto paralelismo con el *habla interna* de la que nos hablara Vygotsky (2000) dentro del ámbito del lenguaje. Y al igual que la expresión verbal es la manifestación lingüística de ese proceso interiorizado que se hace público a la hora de comunicarnos con un oyente, dentro del curso de la creación gráfico-visual de la escena, el niño lleva a cabo una valoración de si su trabajo se ha ajustado a la idea que se deseaba transmitir y plasmar en la lámina.

Según el propio Luquet (1978, p. 21), “la intención es la prolongación de una idea que el niño lleva en la mente en el momento de empezar su trazado”. Con ello el autor francés nos sugiere que entre las imágenes visuales que el pequeño posee en su mente tiene que aparecer el deseo o la intención de organizarlas según un determinado criterio. En las edades tempranas es habitual que en el aula los niños realicen constantes interrupciones en su trabajo para consultarle a su maestra o maestro para recibir la aprobación de lo que está realizando. Por otro lado, es un buen momento para que el docente establezca un diálogo con los pequeños autores, ya que en la etapa del comienzo de la figuración, y a diferencia de las siguientes, no tienen claramente definido lo que van a dibujar, por lo que comienzan por los elementos que inicialmente

Lo habitual es que el autor de un dibujo entienda que refleja la idea que tenía en la mente antes de ejecutarlo; sin embargo, en ocasiones, da una interpretación diferente a la intención primitiva.

Sobre este punto, Luquet (1978, p. 28) nos dice que “al papel de la analogía morfológica para determinar la interpretación se le une el hecho constante de que el parecido, respecto a la interpretación, es mucho mayor en los dibujos en los que esta interpretación es aplicada inmediatamente después”.

Lo indicado es fácil comprobarlo, de manera especial, en la fase de transición de la realización de garabatos a la de la *etapa preesquemática* (Lowenfeld y Brittain, 1972) o etapa del *comienzo de la figuración* (Sáinz, 2003, 2011).



Dibujo libre realizado por una niña de 3 años y 8 meses. Para saber si la interpretación de la pequeña se ajustaba a los conceptos visuales que deseaba plasmar, se numeraron cada uno de los elementos y se les preguntó sobre ellos, una vez acabados y un par de semanas después.

nº 8

Si observamos el trabajo nº 8, realizado por una niña de 3 años y 8 meses, aparecen distintas formas geométricas que la pequeña trazó en una propuesta de dibujo libre. Una vez que hubo acabado, se numeró cada uno de esos elementos para tener referencia y se le preguntó qué era cada uno de ellos. Así, dijo, por ejemplo, que el número 4 era una lavadora; el número 6 una cuchara; el número 7 un plato, etc.

Un par de semanas después, se le mostró el trabajo que la propia niña reconoció como propio. Se le volvió a preguntar por cada uno de los elementos, para saber si la interpretación volvía a ser la misma. Se pudo comprobar que la pequeña respondía correctamente a algunos de los objetos descritos previamente, pero, que en otros, le daba una interpretación distinta.

Entendemos que por la edad, la pequeña modificaba la interpretación, ya que su modelo interno no estaba suficientemente afianzado para algunos de los objetos domésticos que había descrito en la prueba. Esto está en concordancia con lo que apunta Luquet (1978, p. 22) en el sentido de que “la interpretación se presentará al niño con tanta más fuerza cuanto parecido encuentre entre su trazado y el objeto denominativo o, más precisamente, su modelo interno”.

Hay que tener en consideración que la interpretación se irá afianzando a medida que el niño vaya consolidando su lenguaje gráfico-visual; en sentido contrario, la torpeza gráfica será fuente de conflicto entre la intención y la interpretación, puesto que la primera enlaza con el deseo de plasmar el modelo interno con la mayor fidelidad posible, mientras que en la interpretación aparece un cierto juicio sobre la propia destreza personal acerca de la capacidad de comunicar gráficamente aquello sobre lo que se ha pensado.

Según nos indica Luquet (1978, p. 24):

“Según la intensidad de la intención y de la interpretación, su conflicto produce resultados diversos. Cuando el recuerdo de la intención es intrínsecamente fuerte y la interpretación intrínsecamente débil, el niño se limita generalmente a reconocer que su dibujo se ha malogrado, por fórmulas como: ‘esto no es nada o no vale nada’. Cuando las dos son intrínsecamente débiles, dan por resultado una interpretación mediocre, que se manifiesta de diversas maneras: el niño abandona su interpretación”.

En las edades más pequeñas, cuando al niño se le indica o él mismo se da cuenta de que en su dibujo hay algún elemento irreconciliable con su interpretación, se las ingenia y busca alguna explicación para dar una interpretación de ese detalle que le dé coherencia con el resto, de manera que le permita estar de acuerdo y sentirse satisfecho con el conjunto.

3.2.8. *El tipo*

La imagen interna, o modelo interno en la terminología de Luquet, no es rígida y permanente, sin verse sometida a los avatares del cambio. Esto es fácil de entender, puesto que el desarrollo cognitivo y lingüístico de la persona está en un proceso constante de cambio y adaptación a elementos externos al propio sujeto.

Esto fue considerado por Luquet (1978, p. 37) al proponer el concepto de *tipo* en los dibujos o representaciones gráfico-visuales del niño. En palabras del propio autor:

“El tipo, entendiéndolo por este término la representación que un niño determinado da de un mismo objeto o motivo a través de la sucesión de sus dibujos, es la resultante de una evolución gradual. Como toda evolución, ésta es la resultante de

dos factores: un elemento de estabilidad, al que llamaremos conservación del tipo, y un elemento de cambio, al que daremos el nombre de modificación del tipo”.

El primero de los dos factores considerados, la conservación del tipo, viene referido a la tendencia que tienen los niños a trazar de la misma manera las imágenes visuales que ha interiorizado. Esta tendencia se expresa también en sus representaciones, como una especie de automatismo que les lleva a trazar las figuras según los modelos geométricos o no geométricos que ha ido afianzando.

El carácter automático de la conservación del tipo se suele manifestar en aquellas escenas en las que continúa trazando ciertas formas o detalles que ya carecen de significación para él. Esto se da como una forma de rutina gráfica que los más pequeños suelen emplear en sus trabajos.

La conservación del tipo, en ocasiones, le impide la modificación de sus figuras ante las sugerencias que pudieran realizarse, lo que conduce que no introduzca modificaciones en los esquemas personales.

A medida que va creciendo, su actitud se modifica, de manera que, según Luquet (1978, p. 45):

“El niño admite que otras personas dibujen según tipos diferentes al suyo, y que no solamente exige de esas personas la misma fidelidad hacia los tipos que él mantiene con los suyos, sino que, además, cuando dibuja para otra persona, lo hace adoptando los tipos de dicha persona en lugar de los propios”.

La afirmación de que el niño adopta los tipos de otra persona cuando realiza un dibujo para ella es un tanto cuestionable y va a depender del nivel de libertad creativa con la que se cuente en el aula. En centros en los que se fomenta la creatividad y la autonomía personal, posiblemente, los escolares tengan confianza en sus propios trabajos, por lo que no acudirán al uso de unos tipos de carácter personal; no obstante, pudiera darse el caso de que sintieran admiración por determinadas estéticas que ellos quisieran introducir en sus actividades gráficas. Es lo que sucede con la estética de los mangas o cómics japoneses que, en la actualidad, causan verdadera admiración entre ellos. Así, es posible encontrar dibujos de los escolares en que los ojos de las figuras humanas realizadas no son el producto de sus evoluciones personales, sino resultado de la adaptación que han hecho de los personajes que protagonizan estas historietas gráficas o de los propios dibujos de animación.

Bien es cierto que en los años en los que Luquet llevó a cabo sus investigaciones no existían los medios de comunicación que hoy conocemos. Lo que, lamentablemente, sí se sigue dando en las aulas es el dibujo de copia, a través de los cuales los escolares tienen

que seguir unos modelos o tipos ajenos a su propia dinámica gráfica, por lo que acaban por adaptarlos bajo la exigencia del maestro o maestra de la clase.

Por otro lado, y en determinados dibujos, podemos apreciar claramente la conservación del tipo que realizan algunos niños, especialmente en el tema del dibujo de la familia, puesto que los rasgos que aplican a una de las figuras los trasladan a las otras que han trazado, aunque con ciertas modificaciones, especialmente en las edades que han interiorizado algunas diferencias de género.

Lo anterior nos lleva a pensar que el modelo interno tiene vigencia durante largo tiempo, y que el tipo, como cualidad del modelo interno, se transforma a partir de pequeñas modificaciones que se van incorporando de manera paulatina.



Dibujo realizado por una niña de 7 años acerca de la familia. Como puede apreciarse, la autora ha acudido al esquema o tipo que tiene de la figura humana para trazarlas, introduciendo solo modificaciones con respecto al género.

Nº 9

En el dibujo nº 9, podemos comprobar el empleo del tipo en la escena que ha realizado su autora, una niña de siete años. Si observamos, traza el rostro unido al cuello; los ojos son de forma almendrada; la nariz está realizada con un pequeño ángulo; los brazos, todos extendidos, acaban en unas manos con cinco dedos cada una, etc. Las modificaciones se dan con respecto al tamaño de las figuras y a las diferencias que introduce entre los géneros masculino y femenino.

En este trabajo comprobamos cómo la conservación del tipo no es incompatible con las modificaciones del mismo que pueden introducirse, ya que “si la conservación del tipo pone obstáculos a las modificaciones de éste, no las impide de manera absoluta” (Luquet, 1978, p. 46).

Las modificaciones del tipo pueden deberse a varios factores: por un lado, situaciones u objetos reales nuevos pueden conducir a la introducción ciertos cambios; también, la observación de los dibujos de compañeros del aula pueden inducir a cambios en los propios trabajos.

Puesto que el pensamiento visual del ser humano no es un fenómeno estático sino que se encuentra en un proceso de transformación a medida que las experiencias con la realidad externa dan lugar a cambios, entendemos que las modificaciones del tipo pueden deberse a varios factores: en primer lugar, a nuevas situaciones relacionales que conducen a que el niño introduzca ciertos cambios en el tipo; también, a la observación de los dibujos de compañeros del aula que pudieran inducir a transformaciones en los propios trabajos; a la observación de modelos que hoy se le ofrece en los medios de comunicación y por los que siente gran admiración, etc.

3.2.9. *El realismo*

El término utilizado por Luquet a lo largo de su obra, como fundamentación y explicación del significado del pensamiento y del dibujo infantil, es el de *realismo*, en el sentido de que “es el término más conveniente para caracterizar en su conjunto el dibujo infantil. Es realista ya en principio, por la naturaleza de los motivos y de los sujetos que trata” (Luquet, 1978, p. 93).

Visto desde la perspectiva actual, esta palabra aplicada a los niños provoca cierta confusión entre los lectores que se acercan por primera vez a la obra del autor francés, puesto que “realismo” se suele contraponer a “fantasía” o “irrealidad”, estas dos últimas cualidades muy ligadas al mundo infantil.

No obstante, para comprender el significado con el que Luquet emplea este término, hay que saber que lo contrapone a “idealismo”, “esteticismo” o “abstracción”. Él mismo nos apunta que “el dibujo infantil es, esencialmente y voluntariamente, realista”, por lo que al presentar esta cualidad, “no deben encontrarse muchos rasgos de las dos tendencias opuestas al realismo, es decir, el esquematismo y el idealismo” (Luquet, 1978, pp. 93 y 99).

Esta aclaración es pertinente, puesto que el pensamiento del niño no es estrictamente realista. En cambio, Luquet (1978, p. 96) lo emplea en su dibujo en el sentido de que “la intención realista es notable cuando triunfa sobre la tendencia general a hacer figurar en sus dibujos los detalles de los objetos, según la importancia que les atribuye y lo lleva a reproducir un detalle que no comprende, precisamente porque no lo comprende”.

A diferencia de la definición de Viktor Lowenfeld (1972), se debe considerar al esquematismo en la obra de Luquet como la simplificación voluntariamente formal de un objeto representado, concretándose en la selección reducida de los detalles o elementos que sirven para definirlo y en la plasmación gráfica de esos elementos significativos. Hay que pensar que gran parte de los dibujos infantiles presentan las características indicadas, pero, como afirma el propio Luquet, no es un esquematismo *deseado*, es decir, "un propósito deliberado de dar representación no exacta, sino simbólica al objeto representado" (Luquet, 1978, p. 100).

Con respecto al *idealismo*, término que también genera cierta confusión, el autor francés nos apunta que:

“El idealismo, al igual que el esquematismo, no tiene en el dibujo infantil más que un papel muy difuso. Sucede, a veces, que el niño dibuja objetos imaginados e incluso imaginarios, por ejemplo, un paisaje ecuatorial que no ha visto jamás, escenas de leyendas o de historias que él inventa, pero esos dibujos son realistas en el sentido que quieren representar los caracteres efectivamente poseídos por esos objetos ficticios. El idealismo, por el contrario, consiste en dotar voluntariamente de la representación de caracteres extraños al objeto representado, con vistas a darle, podríamos decir, una naturaleza más bella que la propia” (Luquet, 1978, p. 101).

Por otro lado, nos dice que en el niño hay dos modalidades: el *dibujo figurado* y el no figurado o, en sentido más amplio, *dibujo geométrico*. Se decanta por la primera modalidad, excluyendo de manera tajante el segundo concepto para el niño. Lo explica del siguiente modo: “La concepción de un dibujo que no represente nada es inconcebible para el niño, tanto es así que cuando no encuentra una interpretación precisa para el que ha hecho se limita a decir que es una cosa” (Luquet, 1978, p. 94).

El autor sostiene que aquellos niños que excepcionalmente trazaban figuras geométricas en sus creaciones gráficas se debía a la imitación que hacían de trabajos de otras personas, de modo que buscaban y proporcionaban, finalmente, una interpretación figurada cuando se les interrogaba acerca del significado de lo que habían realizado.

En este punto, quisiéramos aclarar que una cosa es que el niño en las edades más tempranas no tenga asimilada la idea de la geometría en cuanto abstracción de la realidad formal de los objetos físicos, y otra que el niño habitualmente utiliza las formas básicas de la geometría espontánea en la elaboración de las figuras.

Esta distinción es fácilmente demostrable observando detenidamente el modo en el que los pequeños elaboran sus figuras: necesariamente tienen que acudir a las formas

geométricas que “inventaron” en la etapa del garabateo para aplicarlas en la plasmación gráfica de las imágenes o el modelo interno que mentalmente poseen.



Dibujo de un niño de 6 años en el que ha representado su casa con un gran tamaño. Como puede comprobarse, emplea un triángulo para el tejado y un rectángulo para la fachada. Para realizar la escalera interior, ha acudido a una línea quebrada ascendente formada por pequeños rectángulos.

Nº 10

Así por ejemplo, en el dibujo nº 10 se comprueba que el pequeño ha acudido a formas geométricas para la construcción de la casa: el tejado como un triángulo; la fachada a partir de un rectángulo, al igual que la puerta de entrada; las ventanas en forma cuadrada; el sol como un círculo del que salen rayos; y una larga escalera compuesta de una línea quebrada cortada en pequeños rectángulos para expresar los escalones.

Como puede verse, no es que el niño acuda a la abstracción geométrica para dibujar las figuras, sino que se vale de la geometrización espontánea para poder describir unos objetos de los que tiene previamente una imagen o modelo interno que le sirve de referencia para la elaboración de un edificio y algo tan complejo de representar como es la forma ascendente de la escalera desde el suelo hasta el piso superior.

Lo más sorprendente, pues, de todo el conjunto es la imagen visual que posee del interior de la casa. Para él, lo más significativo de los espacios interiores se concreta en esa escalera que conduce a la parte superior del edificio y que lleva directamente a la zona en la que está su pecera, su lugar favorito, puesto que allí se encuentran los peces a los que se encarga de cuidar.

Esto nos hace pensar que la mente y los conceptos visuales son selectivos; no se integra con igual valor todo lo que se percibe, sino que existe una jerarquía en las experiencias humanas, de manera que aquello que forma parte de los intereses personales acuden pronto a la mente cuando tienen que actualizar la memoria visual.

En consonancia con lo anterior, y según el autor francés, el dibujo infantil es también realista tanto por la elección de los motivos como por la forma de expresión.

Luquet tiene un planteamiento distinto al de Lowenfeld y Brittain (1972, p. 171). Estos últimos nos dicen que “aunque cualquier dibujo puede denominarse un esquema o símbolo de un objeto real, aquí llamaremos esquema al concepto al cual ha llegado un niño respecto a un objeto, y que repite continuamente mientras no haya alguna experiencia intencional que influya en él para que lo cambie”.

Para los autores estadounidenses se debe considerar al esquematismo como la simplificación voluntariamente formal de un objeto representado, concretándose en la selección reducida de los detalles o elementos que sirven para definirlo y en la plasmación gráfica de esos elementos significativos. Es lo que encontramos en el último dibujo comentado, cuando el pequeño autor ha acudido a destacar la escalera, a través de la idea de los peldaños y de los quiebros que presenta en su forma ascendente para poder plasmarla.

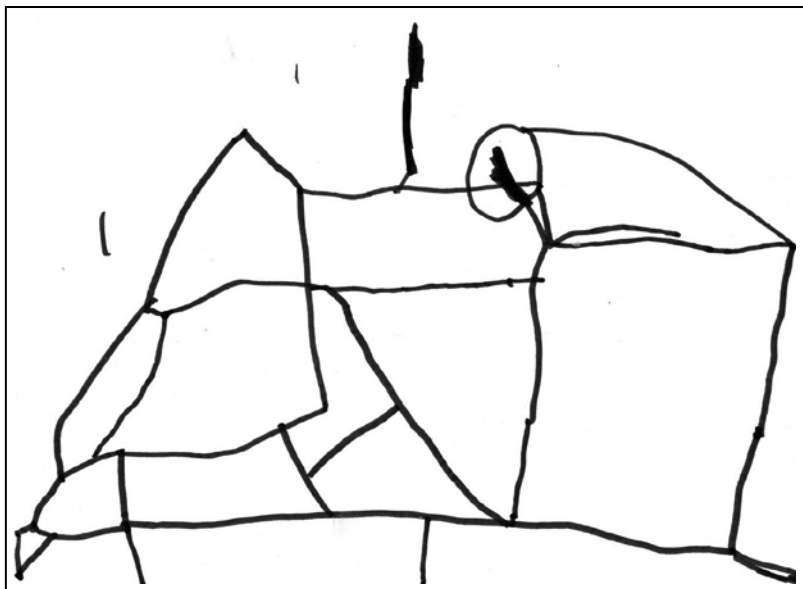
A pesar de esa postura contraria, el autor francés admite haber encontrado, en algunas ocasiones, elementos idealistas o esquemáticos en las producciones infantiles, aunque afirma tajantemente que "el idealismo, como el esquematismo, ocupa un lugar mínimo en el conjunto de dibujo infantil, que en definitiva tiene como característica el realismo" (Luquet, 1978, p. 101).

La concepción de realismo en Luquet se asienta en el proceso evolutivo del arte infantil, de modo que propone distintas etapas por las que atraviesa el niño en sus producciones gráficas. Así el hablará a lo largo de su obra de *realismo fortuito*, *realismo fallido*, *realismo intelectual* y *realismo visual*, siendo las dos últimas las más significativas, ya que cubre gran parte de los años de la infancia en los que se va afianzando el pensamiento visual de todo individuo.

3.2.10. *Realismo fortuito*

Para Luquet, la aparición de la primera imagen en el dibujo infantil en los niños de 3 a 4 años es de carácter fortuito, ya que comienza sus primeros trazados ejecutando rayas sin la intención de crear una figura que represente a algo del mundo exterior, puesto que esta actividad, en la mayor parte de los casos, procede de la imitación que realiza de los adultos: ve a sus padres y a las personas mayores dibujar, escribir o realizando actividades que dejan huellas gráficas.

En medio de esta actividad, "llega un día en que él encuentra una analogía de aspecto más o menos vago entre uno de sus trazados y algún objeto real, y es entonces cuando considera al trazado como una representación" (Luquet, 1978, p. 106).



Formas construidas por adición en un niño de 3 años y 5 meses. Cuando el pequeño acabó este conjunto de garabatos, se dio cuenta de que se parecía a una casa, por lo que le añadió en la parte superior un pequeño rayado ya que decía que era el humo de la chimenea.
(Tomado de Sáinz, 2011)

nº 11

En la lámina 11, realizada por un niño de 3 años y 5 meses, encontramos la respuesta gráfica al planteamiento de Luquet en el sentido de que las primeras figuras que los niños trazan surgen de manera espontánea mientras están garabateando. En este caso, comprobamos que la composición resultante era un revoltijo de formas geométricas elementales: cuadrado, rectángulo, triángulo, círculo y polígonos irregulares.

Una vez que el pequeño acabó su obra, se dio cuenta de que se parecía a “una casa”, según sus propias palabras, por lo que muy contento le añadió un rayado vertical en la parte superior, pues según decía “todas las casas tienen chimeneas que echan humo”.

Según nos indica Luquet (1978, p. 108), y dado que el parecido se ha producido de manera fortuita, el niño se da cuenta que no es capaz de realizar un trazado que se parezca a algo sino es de manera casual, por lo que:

“En este momento el niño no está todavía en posesión de la facultad gráfica. Es ya capaz de producir de manera no esporádica, sino constante, trazados que al menos a sus ojos se parecen a algo, pero hasta aquí no ha hecho todavía ningún dibujo cuya intención haya sido precedida y provocada por la intención de figurar un objeto determinado. El paso de la producción de imágenes involuntarias a la ejecución de imágenes premeditadas, se hace a través de dibujos en parte involuntarios y en parte deliberados”.

Hemos de tener en cuenta que el realismo fortuito coincide con lo que otros autores (Lurçat, 1980; Sáinz, 2003, 2011) llaman la fase de los ideogramas o Lowenfeld y Brittain (1972) como “garabatos con nombre”.

3.2.11. *Realismo fallido*

Esta fase es un tanto polémica dentro de los autores que han trabajado dentro del desarrollo gráfico infantil y solamente Georges-Henri Luquet se detiene en ella. Para otros autores (Kellogg, 1979; Lowenfeld y Brittain, 1972; Lurçat, 1980; Machón, 2009; Racionero, 2011; Sáinz, 2011), una vez finalizada la fase de transición del garabateo el niño, hacia los 4 años, entra en una fase de tipo figurativo aunque presente grandes limitaciones a la hora de plasmar sus conceptos visuales.

Para Luquet (1978) una vez que el niño ha logrado asimilar las condiciones del dibujo propiamente dicho, su pretensión es la de ser realista, aunque esta intención tropieza con obstáculos que entorpecen la concreción gráfica, impidiéndole que su dibujo sea verdaderamente realista. Así pues, los obstáculos que se oponen al logro de un dibujo verdaderamente realista son de índole física, psíquica y por la incapacidad sintética que en esta fase todavía posee.

La primera dificultad que encuentra es de índole física, manifestada por sus propias impericias, que paulatinamente irá reduciendo a medida que avance en el control de las destrezas motrices, junto al propio carácter limitado y discontinuo de la atención.

Otra característica del realismo fallido es la *incapacidad sintética* que aún presenta el niño. Luquet la define como el conjunto de imperfecciones que el dibujo presenta en esta fase, destacándose entre otras: las desproporciones; el descuido de las relaciones entre los diferentes elementos de un objeto, de modo especial, las de situación y las incorrecciones relacionadas con la orientación de los mismos.

3.2.12. *Realismo intelectual*

Si el concepto de *realismo* resulta un tanto complicado de entender dentro del pensamiento visual infantil y dentro de los dibujos que realiza, más aún lo es la expresión de *realismo intelectual* que el autor aplica a las producciones gráficas de los niños cuyas edades van desde los 4 a los 12 años.

En la mayor parte de los autores que tienen un enfoque evolutivo (Davido, 2006; Kellogg, 1987; Lowenfeld, 1974; Racionero, 2011; Royer, 1995; Sáinz, 2011) el periodo

que comprende desde los cuatro a los doce años, puesto que es un tramo cronológico muy largo, lo dividen en distintas etapas con rasgos diferenciados entre ellas.

A pesar de los inconvenientes que presenta esta denominación, Georges-Henri Luquet se convirtió en una verdadera referencia, en el ámbito de lengua francesa, dentro del estudio de la psicología y de la evolución gráfica de los niños, siendo muy frecuente en los estudiosos la aplicación de la expresión de realismo intelectual.

Conviene, entonces, acudir a la explicación que el propio Luquet (1978, p. 121) realiza de la definición de realismo intelectual:

“El realismo del niño no es el mismo que el del adulto; mientras que para éste es un realismo visual, para el primero es un realismo intelectual. Para el adulto, un dibujo, para ser parecido, debe ser en cierta manera una fotografía del objeto, debe reproducir todos los detalles y únicamente los detalles visibles desde el lugar en que el objeto es percibido y con la forma que adoptan desde ese punto de vista; en una palabra, el objeto debe estar figurado en perspectiva. En el concepto infantil, por el contrario, un dibujo para ser parecido debe contener todos los elementos reales del objeto, aunque no sean visibles desde el punto en que se le mira, y dar a cada uno de los detalles su forma característica, la que exige la ejemplaridad”.

Una vez que hay una aclaración sobre las diferencias existentes entre el concepto de realismo para el adulto y el que se aplica al campo infantil, conviene saber cuáles son los rasgos más significativos del realismo visual.

Según Luquet serían los siguientes: *relevancia de los detalles, transparencia, plano en vista de pájaro, abatimiento, cambio de punto de vista y figura en elevación.*



Dibujo de una niña de 5 años. En el mismo, se aprecia un conjunto de figuras humanas en un día soleado en el que, sorprendentemente, está cayendo una nevada que la niña la interpreta a partir de círculos azules en el cielo.

nº 12

Dentro del realismo intelectual, el más sencillo de los procedimientos que utiliza el niño consiste en destacar los detalles que emocionalmente son significativos para él. Es lo que

Luquet denomina como *relevancia de los detalles*.

Esta relevancia de los detalles se aprecia claramente en el dibujo n° 12 plasmado por una niña de cinco años. En la clase se les pidió que realizaran un dibujo de la familia y que lo hicieran como a ellos más les gustara. En este caso, la pequeña autora nos sorprendió con la escena en la que representa a los cuatro miembros, de modo que entre el padre y las componentes femeninas trazó su casa. Con un sol animista, encontramos llenando el cielo unos círculos azules. Al preguntarle acerca de qué eran esas pelotitas, sorprendida ante la pregunta y con toda firmeza nos dijo que “eran las bolitas de nieve que caían del cielo”.

En este caso, la autora acudió a una imagen archivada en su memoria del día en el que vio la primera nevada, experiencia para ella inolvidable. Así, este detalle que para un adulto no formaría parte de su memoria visual como hecho destacable, para la pequeña se convierte en un recuerdo inolvidable.



Dibujo realizado por una niña de 5 años. En el mismo podemos apreciar que la pequeña autora ha acudido al recurso de la transparencia para dibujar a la familia dentro de la casa, como si las paredes dejaran ver lo que hay dentro de ella.

n° 13

Otro de los recursos gráficos que utilizan los niños es la *transparencia*, que consiste en representar los objetos y elementos como si los que estuvieran delante o contuvieran a otros no fueran opacos y permitiesen ver lo que hay tapado por la presencia de los que se encuentran en un primer término o sin ningún tipo de obstáculo visual para los que están dentro de ellos.

Esto podemos apreciarlo claramente en la lámina 13. Su autora, una niña de cinco años, ha trazado una gran casa en la que se cobija toda la familia alrededor de una mesa rectangular. Al mismo tiempo, puede apreciarse que se apoya en el borde la lámina como si fuera el suelo, al tiempo que en la parte superior se encuentran un sol animista, un arco

iris y una nube.

Desde el punto de vista del desarrollo de las formas geométricas básicas, comprobamos como la pequeña autora ha trazado un pentágono para la fachada de la casa, de manera que esta figura supone la integración del cuadrado y del triángulo con los cuales los niños de cualquier parte del mundo construyen la casa. A esta edad, la niña desconoce lo que es un pentágono, pero ya lo ha construido para aplicarlo a una realidad física tan habitual en los dibujos de los escolares como son los hogares familiares. De igual modo, para el tejado, elabora una forma geométrica que se dobla en ángulo que es el resultado de la unión de dos largos cuadrados, con lo que se confirma la capacidad creativa infantil en sus trabajos con la geometría antes de que conozca esta disciplina desde el punto de vista educativo en las aulas.



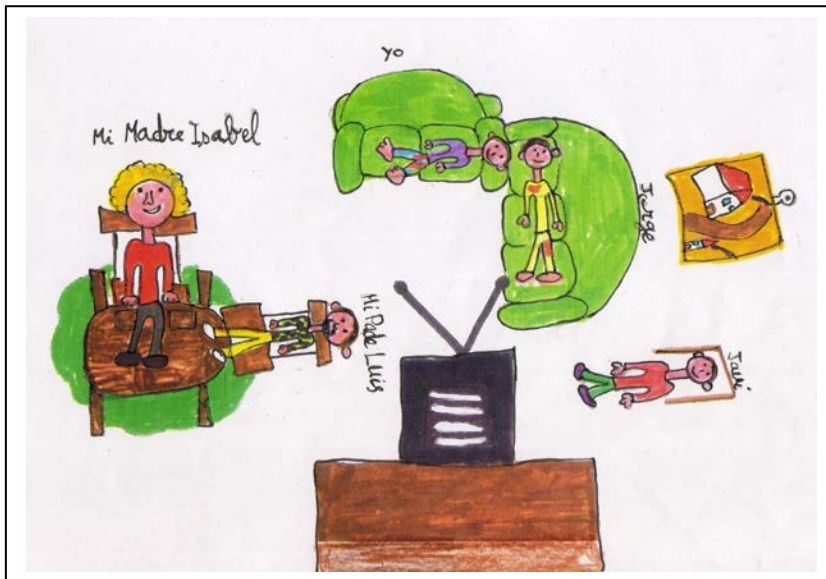
Dibujo de una niña de 8 años que ha acudido a la representación en plano o visión cenital, según la terminología de Luquet, para representar a su familia en la piscina.

nº 14

Uno de los recursos más singulares en el dibujo de los niños es lo que Luquet denominaba como *representación en plano*, que se produce cuando se hace figurar al objeto en su proyección sobre el suelo como si se mirase a vista de vuelo de pájaro, es decir, con una visión cenital. En este tipo de representación, el objeto está dibujado desde un punto de vista insólito, aunque posible, ya que, por ejemplo, la visión de las baldosas del suelo pueden ser contempladas de modo habitual desde este punto de vista; sin embargo, no sería compatible con otro tipo de visión, como pudiera ser la frontal.

Es el caso del dibujo 14 de una niña de ocho años que ha acudido a la visión cenital o *representación en plano* para mostrarse a ella misma dentro de la piscina, en forma rectangular, y a sus padres tomando el sol sobre las baldosas del suelo, con formas

cuadradas. Este singular modo de presentar los objetos y las figuras, desde el punto de vista canónico, no sería compatible con el dibujo de la casa que traza desde a partir de visión frontal. Sin embargo, para los niños no es incompatible el empleo de distintos puntos de vista, ya que hasta que no lleguen al realismo visual, etapa en la que empiezan a usar los primeros recursos de perspectiva, no les queda más remedio que emplear los modos gráficos que les son más sencillos.



Dibujo de un niño de 8 años en el que ha representado a su familia en el salón viendo la televisión. Puesto que le resulta difícil utilizar la perspectiva en un espacio interior, acude al abatimiento de las distintas partes. (Tomado de Sáinz, 2011)

n° 15

Un recurso gráfico que ya Luquet destacó en su obra *El dibujo infantil* es el del *abatimiento*, que el niño lo aplica, habitualmente, en la representación de los soportes de los objetos y figuras (ruedas de coches, patas de los muebles o de los animales), consistente en mostrarlos a cada lado del cuerpo como si estuvieran cogidos con bisagras y se les pudiese hacer girar. En un proceso más avanzado, el abatimiento también se aplica a los objetos elevados sobre el suelo, a los que se les hace girar hasta *tumbarlos* hacia uno de los lados de la línea de unión de los planos horizontal y vertical, siendo muy diversos los modos de presentación del abatimiento, dependiendo del tipo de suelo sobre los que se sitúan los objetos verticales.

Este recurso ha sido destacado por casi todos los autores que han estudiado el dibujo infantil, por lo que nos parece pertinente traer a colación lo que han dicho acerca de este modo de expresión tan singular del niño.

Sobre el abatimiento, Sáinz (2011, p. 139) nos indica que “es un recurso habitual que utiliza el niño en la etapa esquemática, consistente en girar hasta ‘tumbar’ sobre el suelo, o plano del suelo, un objeto o figura, de manera que aparezca con una visión cenital en la

representación”.

Acerca de este modo de representación, Estrada (1991, p.206) nos dice lo siguiente:

“Tal planteamiento viene a consistir en una especie de desintegración de un recinto cúbico, tras cortar supuestamente por sus esquinas o aristas verticales y hacer descender las caras delimitadas por las mismas y lo que ellas pueden contener, hasta coincidir con el plano en que se sustenta la base inferior, convirtiendo así el volumen en un desarrollo de sus elementos componentes en una superficie. La superior de dicho cubo no cuenta, como si el recinto estuviese sin cubrir”.

Por su parte, Darras (1996, p. 220) sostiene que una de las razones por las que el niño utiliza el abatimiento es precisamente para evitar la superposición de las figuras: “Uno de los medios muy utilizados para proteger un motivo de su entorno es el abatimiento. Así como la curvatura o la disminución de ciertas partes de una figura evita la superposición”.

Este recurso es el empleado por el autor del dibujo 15, puesto que ha intentado algo que le resulta complicado: construir un espacio interior en perspectiva, por lo que acude al abatimiento de los personajes y de los muebles en los que se encuentran sentados.



Dibujo de un niño de 11 años que ha utilizado la perspectiva cónica para elaborar el salón de la casa en la que se encuentra sentada toda la familia viendo la televisión. (Tomado de Sáinz, 2011).

nº 16

Para comprender los procesos evolutivos, tanto en el dibujo como en los modos de comprensión espacial del entorno que nos rodea, creemos oportuno traer el dibujo 16 de un niño de once años, que al igual que el precedente muestra a su familia en el salón de la casa viendo la televisión. Como puede comprobarse, el concepto espacial que ambos tienen difieren en cuanto a que el primero no ha interiorizado el punto de visión único, con el cual los seres humanos contemplamos y percibimos nuestro entorno. Han bastado tres años para que el cambio sea drástico: bien es cierto, que el autor del dibujo 16 tiene conocimientos de perspectiva cónica al habersele enseñado en el aula, puesto que por sí

mismo, difícilmente, podría expresar el espacio tridimensional del modo en el que lo ha hecho. Ahora sabe que una pared rectangular, perceptivamente, se contempla como un trapecio o un trapezoide, por lo que se inclina, ya que se encuentra en los inicios del realismo, por presentar gráficamente los objetos tal “como se ven”.



Pueblo dibujado por un niño de 9 años. En el mismo puede comprobarse como acude de manera constante al cambio del punto de vista para poder elaborarlo. (Tomado de Sáinz, 2011).

n° 17

Por último, dentro de los recursos singulares que utiliza el niño en la etapa del realismo intelectual se encuentra el *cambio de punto de vista*, denominación que Luquet aplica para describir el proceso constante de modificación de la posición del virtual espectador con respecto a los objetos y figuras de una escena dibujada. El niño lo utiliza cuando acude al abatimiento de manera constante, siguiendo la base en la que se sostiene el objeto o la figura.

El cambio de punto de vista se ve claramente en el trabajo 17 realizado por un niño de nueve años, al pedírsele que representara el pueblo. Lo primero que hizo fue trazar con cierto carácter geométrico las calles como si tuvieran una visión cenital, lo que le obligó a que fuera dibujando las casitas, muy esquemáticas, de modo perpendicular sobre las líneas que representaban las aceras. El resultado final es producto de haber ido girando la lámina a medida que tenía que plasmar un conjunto de casas sobre cada una de las líneas.

3.2.13. *Realismo visual*

A la última etapa del desarrollo gráfico del niño, Luquet (1978) al igual que Sáinz (2003, 2011) la denomina *realismo visual*. El paso del realismo intelectual hacia el realismo visual lo explica del siguiente modo: "La misma preocupación por la síntesis que lleva al niño, tras haber inventado por sí mismo el realismo intelectual como forma de

representación gráfica, es la que conduce, asimismo, a abandonarla no menos espontáneamente por el realismo visual, característico del dibujo del adulto" (Luquet, 1978, p. 146).

Según el autor francés, "el realismo intelectual origina, pues, en el dibujo, flagrantes contradicciones con la experiencia y, por así decirlo, absurdos empirismos. (...) Al comprobar entonces, a través de reiteradas experiencias, la insuficiencia irremediable del realismo intelectual, lo condena como modo de representación gráfica" (Luquet, 1978, pp. 146-147).

El realismo visual excluye, pues, los procedimientos dictados por el realismo intelectual. Así, la observación cronológica de los dibujos de un mismo niño permite observar la paulatina desaparición de los recursos gráficos empleados durante el realismo intelectual.



Dibujo realizado por un niño de 11 años sobre el tema de la familia. Como podemos ver, para que él mismo pudiera aparecer en la escena ha acudido a la representación de una fotografía familiar enmarcada y colocada en un soporte.

n° 18

La inmersión en el realismo visual es paulatina como puede comprobarse por el dibujo 18 de un niño de 11 años, que acude a los rasgos de corte realista para llevar a cabo el dibujo de su familia que lo elabora como si estuviera dentro de una fotografía enmarcada. El autor ha superado en gran medida los rasgos del realismo intelectual que Luquet describiera, para iniciarse en una comprensión perceptiva de la realidad basada en el acercamiento a lo que el sentido de la vista nos proporciona.

Para cerrar la presentación de los conceptos fundamentales de la obra de Luquet y que están relacionados con el pensamiento visual infantil, habría que indicar que la etapa del realismo visual, a diferencia de Lowenfeld y Brittain (1972) o de Sáinz (2003, 2011), está muy poco desarrollada en el autor francés.

3.3. El enfoque de Rudolf Arnheim

Sin lugar a dudas, Rudolf Arnheim (1975, 1981, 1998, 2011) es uno de autores más significativos dentro de la corriente estructural en la que nos podemos apoyar para abordar tanto por sus aportaciones al pensamiento visual, de manera genérica, como por sus aplicaciones al ámbito infantil.

Especialmente dos de sus obras, *Arte y percepción visual* y *El pensamiento visual*, han ejercido una gran influencia en las ideas de los educadores y estudiosos del desarrollo gráfico y creativo del niño. Así pues, sobre ellas dos, al igual que en otras publicaciones suyas, nos basaremos para analizar los aspectos más relevantes del pensamiento visual en el niño y su plasmación en los dibujos infantiles.

Aunque sus planteamientos de la psicología estructural aparecen en décadas posteriores al nacimiento de la Gestalt, acude habitualmente a las aportaciones de esta escuela que fue tan relevante en el estudio de la psicología de la percepción de la forma. Así, como elemento básico del cual partir, sostiene que la percepción se organiza desde totalidades hacia los elementos particulares que configuran el conjunto, apuntando que "los rasgos estructurales son los datos primarios de la percepción" (Arnheim, 1981, p. 60). De este modo, las cualidades que aplicamos a los objetos y figuras percibidos no son el resultado de una elaboración mental compleja, sino de un hecho que nace en la misma acción perceptiva.

Como ejemplo de lo expuesto, y siguiendo los criterios que priorizan la percepción de la estructura sobre los postulados de la corriente asociacionista que defendía que la forma percibida era el resultado de la suma de las partes que la componen, nos dice que "la triangularidad no es un producto tardío de la abstracción intelectual, sino una experiencia directa y más elemental que el registro del detalle individual" (Arnheim, 1981, p. 60). Con ello nos quiere decir que, aplicando este criterio al ámbito infantil, el niño asimila la característica común que comparten las formas triangulares que ha podido contemplar; es decir, que percibe antes la cualidad genérica de las formas triangulares que las diferencias existente entre un elemento y otro de estos polígonos de tres lados.

Siguiendo el mismo criterio, apunta a que son las cualidades que comparte un grupo o una especie lo que acaba interiorizándose como rasgo pertinente o estructural de los elementos que lo componen. De este modo, pone otro ejemplo significativo, teniendo que acudir a un neologismo para aplicárselo a la cualidad común: "El niño pequeño ve la 'perridad' antes de poder distinguir un perro de otro" (Arnheim, 1981, p. 60).

3.3.1. Niños y primitivos: tendencia a la simplificación

Arnheim aplica los principios de la psicología de la percepción o psicología de la forma, desarrollados por la Gestalt en el ámbito de los adultos, y los traslada al campo infantil, aportando las matizaciones necesarias para entender el proceso creativo del niño. Sobre esta corriente de la psicología de la forma, nos dice lo siguiente:

“La teoría Gestalt utiliza en psicología, física, biología, sociología, etc., un método que consiste en describir los rasgos estructurales, las cualidades globales de ‘sistemas’, es decir, de aquellas cosas y sucesos naturales en los que el carácter y la función de cualquier parte vienen determinados por la situación total” (Arnheim, 1975, p. 237)

Puesto que los estudios llevados a cabo por los tres grandes investigadores de la Gestalt, Max Wertheimer, Wolfgang Köhler y Kurt Koffka, estaban realizados dentro del mundo de los adultos, Arnheim nos hace la pertinente observación de que los principios de la teoría de la forma no era un tema exclusivo para las mentes plenamente formadas, sino que también era aplicable a otras edades y a culturas primitivas. Es la razón por la que sostiene que:

“Debemos interpretar este método como un derivado de una actitud más fundamental que respeta las reacciones sencillas, vigorosas y espontáneas de los niños, los pueblos primitivos y los animales por considerarlas algo que el ser humano debería preservar en cualquier nivel de desarrollo mental o cultural” (Arnheim, 1975, pp. 237-238) .

Y es que el psicólogo alemán defiende que “los niños y los hombres primitivos tienden a dibujar *patterns* o configuraciones sencillas”, puesto que “la incapacidad manual no basta para explicar el que el niño sea incapaz de trazar un círculo perfecto, puesto que sabemos cuándo quiere dibujar un círculo” (Arnheim, 1975, p. 238).

El interés por la comparación entre los dibujos infantiles y los del llamado arte primitivo o de culturas históricas ha sido una constante por todos aquellos autores que se han aproximado a las creaciones artísticas, sea en los primeros estadios de la humanidad como en los inicios del desarrollo gráfico infantil.

Y es que el paralelismo que se da entre las pinturas prehistóricas o de culturas primitivas y las del arte infantil es de tal naturaleza que invita a pensar que la mente del niño y la del hombre que no ha tenido contacto con las culturas desarrolladas debe haber algunas semejanzas.

Uno de los autores que se embarcaron en la tarea de indagar en las similitudes formales de las representaciones gráficas, y derivándose de ellas, los paralelismos

cognitivos, es el francés Jacques Depouilly. En su obra titulada precisamente *Niños y primitivos* realiza un interesante estudio comparativo entre ambas formas de representar: unos, en las hojas de papel; otros, en las piedras, las pieles, la madera las hojas de papel, etc. En ambos casos, son signos gráficos que tienen entre otras características la tendencia a la simplificación o la búsqueda de la forma más sencilla para dar visibilidad a sus conceptos visuales.

Tras las investigaciones comparativas llevadas a cabo por Depouilly, otros autores, dentro del ámbito de la lengua francesa, fueron continuadores de esta línea. Entre los más significativos, habría que destacar a Bruno Duborgel (1981) o Bernard Darras (1996).

En lengua inglesa encontramos de una manera relevante, como ya se ha apuntado, a Rudolf Arnheim, puesto que su interés por el pensamiento visual no se circunscribe al mundo de los adultos, sino que se embarca, al igual que lo hiciera Georges-Henri Luquet (1978), en el mundo de los niños a través del modo en el que es más factible entender el pensamiento visual de los humanos.



Pintura perteneciente a la Biblioteca Vaticana. En ella se aprecia el tamaño de las figuras en función de su importancia social.

nº 19



Grupo familiar realizado por un niño de 6 años, en el que aparecen, en la izquierda, sus padres de gran tamaño, y, a la derecha, él con su hermana menor.

nº 20

Como ejemplos de los paralelismos que se establecen entre los dibujos de los niños y las manifestaciones pictóricas de diversas culturas, traemos dos del arte bizantino y otras dos cuyos autores tenían 6 años.

En el primer caso (dibujo 19), vemos una pintura perteneciente a la Biblioteca Vaticana en la que se representa al emperador Justiniano dando órdenes a uno de sus arquitectos. Como puede comprobarse, el tamaño del emperador es el doble que el del arquitecto. Ciertamente, el autor de esta pintura no expresaba lo que perceptivamente pudiera deducirse del tamaño de dos personajes masculinos adultos, sino que, a través del aumento del tamaño del primero de los personajes y la reducción del segundo, manifiesta simbólicamente el poder que ejerce uno sobre el otro.

En el caso de Alejandro (dibujo 20), un niño de 6 años, al que en clase se le pidió que realizara el dibujo de la familia, ha acudido a un aumento desmesurado del tamaño de sus padres para manifestar la importancia que ambos tienen para el propio autor, siendo el modo de plasmarla de manera similar a la del creador de la lámina bizantina. De este modo y de forma paralela, acuden al aumento del tamaño de las figuras para representar personajes importantes.



Pintura de la B. Vaticana, con los ángeles desplazados hacia arriba, manteniendo el mismo tamaño, evitando la superposición.
n° 21



En este trabajo de una niño de seis años, vemos cómo acude al desplazamiento hacia la parte superior de las figuras paterna y materna, puesto que desea expresar que se encuentran detrás de él y de su hermana.
n° 22

En este segundo ejemplo se acude a un recurso que no es producto del registro visual directo, sino de la plasmación de un orden con rasgos comunes entre un niño y un autor del siglo XIII.

En primer lugar, ilustración 21 corresponde también una obra que se conserva en la Biblioteca Vaticana, titulada *Las homilias del monje Jacobo*. En esta representación

idealizada de la corte celestial vemos que los tamaños de los rostros permanecen iguales, desplazándose a la parte superior del soporte para evitar la superposición.

Es el mismo recurso que utiliza un niño de 6 años, en el dibujo 22, cuando ha querido trazar detrás de él mismo y de su hermana a su padre y a su madre, de modo que no quedaran ocultos por sus figuras. Con ello pretendía manifestar la protección que los progenitores mantenían hacia ellos. La ingeniosa solución, como vemos, ya había sido realizada por dibujantes adultos varios siglos antes, aunque, lógicamente presentara diferencias grandes en cuanto a la terminación de los dibujos.

Con respecto a la búsqueda de la simplificación, Arnheim (1981, p. 185) nos indica que “la tendencia a la forma más simple gobierna las actividades del organismo a un nivel fisiológico y psicológico tan básico que importa poco el país o periodo histórico del que tomemos nuestros ejemplos humanos”.

Esta afirmación tan categórica solo podría hacerla alguien como el autor citado, cuyos estudios sobre el arte y la psicología son tan extensos que le posibilitan apuntar un hecho de esta relevancia.

Por otro lado, la relación que se establece entre las figuras y las imágenes mentales, sea de un niño o de un hombre primitivo, el propio autor lo manifiesta del siguiente modo:

“Las formas tempranas de representación visual nos llaman la atención no sólo porque poseen un interés pedagógico evidente, sino también porque todos los rasgos fundamentales que operan de maneras refinadas, complicadas y modificadas en el arte maduro despuntan ya con claridad elemental en la imágenes hechas por un niño o un bosquimano. Lo dicho vale para las relaciones entre la forma observada y la forma inventada, para la percepción del espacio en relación a los medios bidimensionales y tridimensionales, para la interacción de comportamiento motor y control visual, para la conexión estrecha entre percepción y conocimiento” (Arnheim, 1981, p. 185).

A partir del párrafo anterior, comprobamos que Arnheim se aleja de quienes sostienen que los niños dibujan de ese modo singular porque técnicamente se encuentran incapaces de reproducir lo que perciben visualmente. Ciertamente que en las edades más tempranas existe una imprecisión en el trazo, debido a que todavía carecen de un dominio que se va adquiriendo con el paso de los años. Otros apuntan a que utilizan las formas geométricas básicas (líneas rectas, círculos, óvalos, cuadrados, etc.) porque son relativamente más fáciles de trazar; lo cual también es cierto, pero “no nos dice nada de cuál sea el proceso mental que induce a los pequeños a identificar objetos

complejos con esquemas geométricos que no es posible interpretar como imágenes proyectivas simplificadas” (Arnheim, 1981, p. 187).

3.3.2. *Percepción y cognición*

Para poder avanzar en una explicación que dé sentido al dilema anterior, creemos importante acudir a la obra clásica de Arnheim, *El pensamiento visual*, para entender el dilema que se plantea, por un lado, entre los procesos perceptivos y cognitivos, y, por otro, en la representación gráfica, como exteriorización visual de los mismos.

Su postura es bastante nítida cuando nos dice: “Sostengo por mi parte que el conjunto de las operaciones cognoscitivas llamadas pensamiento no son un privilegio de los procesos mentales situados por encima y más allá de la percepción, sino ingredientes esenciales de la percepción misma” (Arnheim, 1998, p. 27).

Es decir, que las operaciones que habitualmente llevamos a cabo como la exploración activa, la captación de lo esencial, la selección, la simplificación, la abstracción, el análisis, la síntesis, etc., son la manera en que el ser humano trata el material cognitivo en cualquier nivel, de modo que “no existe diferencia básica en este aspecto entre lo que sucede cuando una persona contempla directamente el mundo y cuando se sienta con los ojos cerrados y ‘piensa’”.

En este planteamiento se aborda lo “cognitivo” como el resultado de todas las operaciones mentales implicadas en la recepción, almacenaje y procesamiento de la información, sea la percepción sensorial, la memoria, el pensamiento y el aprendizaje.

Cierto que este enfoque entra en contradicción que aquellos autores que excluyen de la cognición las actividades que llevan a cabo los sentidos, especialmente las que conducen al pensamiento visual, ya que este lo entienden como una relación directa entre lo recogido por la vista y las imágenes mentales que, en última instancia y según sus criterios, no forman parte de los procesos cognitivos del ser humano.

3.3.3. *Las bases del pensamiento visual infantil*

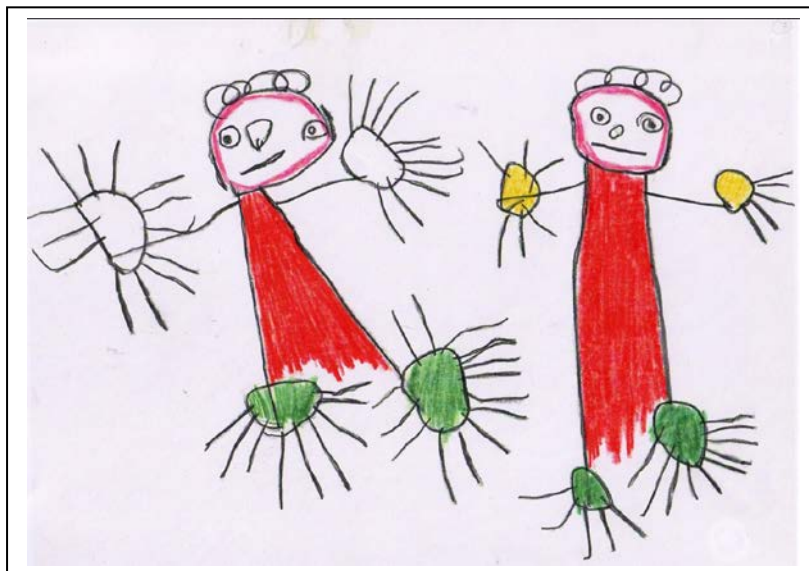
Las distintas teorías del dibujo infantil apuntan a que los niños no plasman gráficamente aquello que ven acerca de la realidad circundante, por lo que se supone que en sus procesos cognitivos relacionados con el pensamiento visual debe intervenir alguna otra actividad mental además de la percepción.

Algunos autores como Viktor Lowenfeld (1974), solo o con W. L. Brittain (1972), sostienen que “el niño dibuja lo que sabe más que lo que ve”. Esta frase, un tanto

genérica, puede interpretarse de distintos modos. Una de ellas es la que procede de la *teoría intelectualista* en la que se afirma que, al igual que en otras manifestaciones artísticas, los dibujos infantiles nacen de una fuente no visual sino de conceptos “abstractos”, sugiriendo que por abstracto se entiende un conocimiento no perceptivo.

Las dudas aparecen al plantearse si esos conocimientos nacen de una fuente como es el conocimiento verbal. En oposición a quienes sostienen la postura de que el conocimiento está estrictamente unido al lenguaje, Arnheim (1981, p. 188) nos apunta lo siguiente:

“Normalmente el niño sí se apoya en conceptos, pero son conceptos visuales. El concepto visual de una mano se compone de una base redonda, la palma, de la cual brotan los dedos como radios rectos a la manera de los rayos del sol, siendo su número determinado, según hemos podido ver, por consideraciones puramente visuales”.



Dibujo de un niño de 4 años en el que representa a su madre y a su padre. Como puede comprobarse el pequeño para realizarlos ha acudido a grafismos: círculos, cicloides, rayas, espirales (para los ojos) y puntos. Lo que más llama la atención es el uso de soles para las manos y los pies. (Tomado de Sáinz, 2011).

nº 23

Como ejemplo de lo expuesto por Arnheim, mostramos un dibujo 23 de la familia realizado por un niño de cuatro años en la clase de segundo de Educación Infantil en la que se llevó a cabo la experiencia. En este caso, el pequeño autor ha trazado únicamente a dos personajes: a su madre, en el lado izquierdo, y a su padre, en el lado derecho. El niño no se representó a sí mismo, puesto que una vez realizadas las figuras paterna y materna, comprobó que no le quedaba espacio para él.

Puede comprobarse que el pequeño ha utilizado un círculo rodeado de líneas para trazar tanto las manos como los pies de los personajes. Sabemos que estos grafismos son los denominados soles que proceden de la etapa del garabateo, anterior a la del

comienzo de la figuración en la que se encuentra, utilizan los escolares para construir las figuras humanas.

Llama la atención que su madre posea trece “dedos” en su mano derecha y “once” en la izquierda. Si al pequeño se la preguntara cuántos dedos tenemos en cada mano, sin dudar nos respondería que cinco. Entonces, cabe la pregunta: si sabe que tenemos solamente ese número de dedos en cada una de las manos, ¿por qué ha trazado tantas rayas y no coincidentes las de una mano con las de la otra?

Por nuestra parte nos inclinaríamos por afirmar que el autor se apoya en las figuras de los soles, como forma geométrica, para la realización de las manos, por lo que podemos entender que los denominados *conceptos visuales*, de los que nos habla Arnheim, son ciertos, sin que estén, en este caso, basado en configuraciones lingüísticas.

Donde quizás el niño no esté tan seguro es el número de los dedos de los pies, ya que, a diferencia de los dedos de la mano que se utilizan, además de coger los utensilios, para aprender a contar los primeros números; en el caso de los pies nunca los utilizamos para construir o elaborar conocimientos a partir de ellos.

Habría que añadir que llama la atención la aleatoriedad con la que realiza el número de rayas, pues en ningún caso son coincidentes los de unas y otras manos. Quizás se deba a que para el autor de este trabajo su idea es que en las manos hay “muchos” dedos.

Por otro lado, llama la atención comprobar que, en edades superiores, cuando el niño realiza la figura humana hay casos en los que explícitamente aparecen las manos con cinco dedos, mientras que en otros acuden a distintas formas geométricas (círculo, óvalos, cicloides...) para trazar unos miembros corporales tan importantes como son las manos. Esto nos indica que los conceptos visuales funcionan de manera distinta a aquellos conceptos que nacen de una fuente lingüística.

Dentro de la controversia que surge entre los conceptos visuales y los conceptos lingüísticos, Arnheim (1981, p. 191) nos hace la observación de que “cabe esperar que las representaciones artísticas tempranas, basadas en la observación ingenua, tengan por objeto lo general, es decir, los rasgos estructurales simples y globales”. Aplicándolo al caso anterior, el niño nos podría comunicar que tiene cinco dedos, pero que a la hora de representar la mano acuda a las componentes visuales, de manera que un círculo rodeado de rayitas logra expresar la imagen gráfica de la propia mano.

Lo expuesto contradice la concepción tradicional a partir de lo cual se suponía que toda percepción visual aprehendía la totalidad del objeto o la figura, dando por sentado

que los dibujos o las representaciones gráficas son el intento de construir una imagen lo más fiel posible al original. Esto acontecerá cuando el escolar se encuentra en la etapa del *realismo visual*, a partir de los 12 años aproximadamente, y cuando comienza a gestarse la denominada *crisis del dibujo*.



Dibujo de una niña de 5 años en el que se ha representado a sí misma y a su hermano, debajo de un sol y una nube animistas. También la casa que ha trazado responde a la idea de una cara sonriente.

n° 24

Para aportar una cierta claridad en la controversia entre los conceptos lingüísticos y los conceptos representacionales podemos acudir al dibujo 24 de una niña de cinco años. En la escena, podemos ver que se ha dibujado a sí misma al lado de su hermano más pequeño y junto a un árbol. Por encima de ambos, pueden verse un sol y una nube animistas, formas muy frecuentes en los dibujos de los niños de estas edades, especialmente, en el caso del sol.

Pero lo que más llama la atención es la casa como si fuera el rostro de una persona sonriente. Así, las dos ventanas se convierten en los ojos; la puerta es la boca; y entre las ventanas y la puerta ha trazado un ángulo recto para la nariz y una rayita curvada hacia arriba como si fuera otra boca sonriente. El tejado se convierte en una especie de sombrero triangular de este rostro.

Una pregunta que pudiéramos hacernos es la siguiente: ¿si se le pidiera a la pequeña autora que nos describiera cómo es una casa, se respuesta contendría los elementos que acabamos de ver? Con toda seguridad de ningún modo nos diría que la fachada es la cara de una persona sonriente, sino que nos iría relatando aquellos elementos que ella recordara de su propia casa o de una casa genérica. Sin embargo, en el concepto visual de la casa la pequeña autora ha transformado un pequeño edificio en un rostro humano,

puesto que los elementos emocionales juegan un papel primordial en el mundo de las imágenes, y, más aún, en las representaciones visuales de los escolares.

Por otro lado, el lenguaje visual, como estamos viendo, utiliza las formas geométricas básicas (cuadrado, triángulo, círculo, óvalo...) para la construcción de los modelos internos visuales de los que nos hablaba Luquet; en cambio, la estructura lingüística se apoya en palabras que son signos aleatorios ya que en nada se asemejan a aquello que tienen que representar.

Sobre este aspecto, y, en edades inferiores, Arnheim (1981, p. 191) nos apunta lo siguiente:

“Cuando un niño se autorretrata en forma de esquema simple de círculos, óvalos y rectas, puede ser que lo haga no porque eso sea todo lo que ve en el espejo, ni porque sea incapaz de una representación más fiel, sino porque su dibujo simple satisface todas las condiciones que a su entender debe cumplir una representación”.

La objeción que podríamos hacer a esta afirmación es que el autor no indica las etapas a las que pudiera referirse, puesto que al hablar del dibujo infantil es importante aclarar las edades de las que se habla. Bien es cierto que, en las edades más pequeñas, a los niños les resultan suficientes las figuras trazadas con las formas geométricas elementales; no obstante, a medida que va creciendo la realidad visual les sitúa ante unos retos visuales que carecían en edades inferiores.

3.3.4. *Conceptos representacionales*

Un aspecto a tener en cuenta acerca del niño, en cualquier parte del mundo, es que nos encontramos ante un ser verdaderamente creativo, ya que en las aulas con criterios de libertad no utiliza modelos que previamente se le haya proporcionado para construir sus representaciones gráficas. Son, pues, verdaderas invenciones las que logra a la hora de trasladar las formas de la realidad a las formas gráficas que plasma en sus láminas.

Así, por ejemplo, cuando utiliza el círculo o el óvalo para trazar el rostro de los personajes, acude a una forma geométrica que ya la ha utilizado en una etapa, la del garabateo, sin que tuviera un valor de signo, siendo meramente un significante sin contenido semántico. En realidad es pura invención infantil, pues los rostros humanos no son círculos ni óvalos, sino que la forma orgánica de la cara tiene una configuración propia, aunque aluda a esas figuras geométricas.

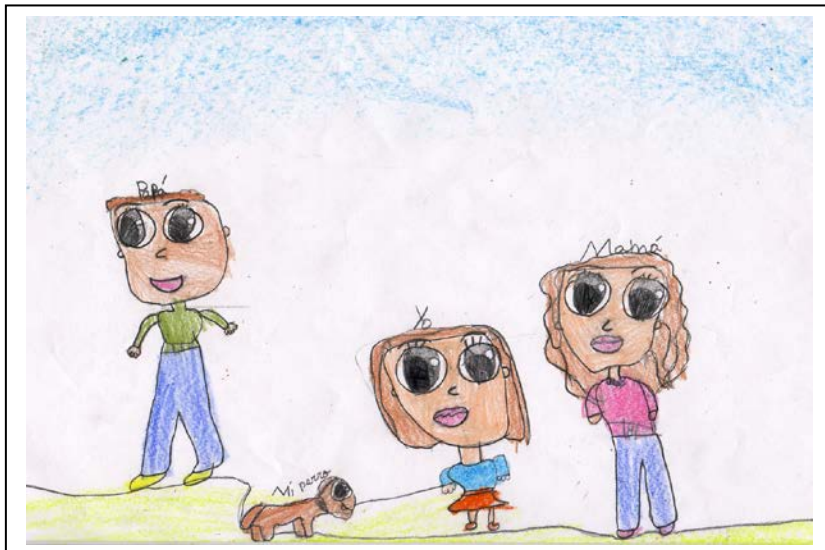
Por otro lado, el que acuda al círculo o al óvalo y no a otro de los diagramas que conoce, por ejemplo, el cuadrado, se debe a que hay una cierta similitud que le hace emplear la primera de las formas y no la segunda.

A partir de lo anterior, conviene abordar uno de los términos que Arnheim utiliza dentro del pensamiento visual de los niños en sus trabajos gráfico-visuales. Nos estamos refiriendo a los denominados *conceptos representacionales*.

Acudimos, pues, a la explicación que da el propio autor:

“La producción de imágenes de cualquier tipo requiere el empleo de conceptos representacionales. Los conceptos representacionales suministran el equivalente, dentro de un medio determinado, de los conceptos visuales que se desea mostrar, y hallan su manifestación externa en la obra del lápiz, del pincel o del escoplo” (Arnheim, 1981, p. 192).

Comprobamos que Arnheim utiliza un término similar al de *modelo interno* que utilizara Luquet, aunque, en el caso del autor alemán, es explicado de un modo un tanto más detallado. Conviene indicar que cada niño tiene su propio *concepto representacional*, sea por su propia evolución o por la asimilación de formas que le resultan atractivas.



Dibujo realizado por una niña de 8 años, acerca del tema de la familia. Lo que más llama la atención del conjunto es la forma de los ojos que les ha trazado a las figuras humanas y al perro, por lo que entendemos que tiene su propio concepto representacional de los ojos.

n° 25

Para comprender en valor personal que tienen los conceptos representacionales en el mundo infantil, presentamos el dibujo 25 que corresponde a una niña de ocho años. Lo que más llama la atención es la forma que ha utilizado para el trazado de los ojos, ya que se aleja de las formas habituales basadas en puntos, pequeños círculos o la combinación de ambos. En este caso, ha utilizado grandes círculos que contienen otros círculos negros más pequeños en su interior y unos circulitos blancos. Este tipo de ojo

ha sido una adaptación personal que la autora ha realizado de algunas de las figuras de las series destinadas a las niñas de los mangas japoneses. Su concepto representacional de los ojos en el rostro humano es, pues, muy personal si lo relacionamos con los que realizan sus compañeros de clase.

Lo anterior nos aproxima a lo que Viktor Lowenfeld y William Lambert Brittain (1972, p. 30) nos manifestaban cuando sostenían que todos los seres humanos tenemos distintas capacidades creativas. Así, en el ámbito perceptivo-visual nos decían lo siguiente:

“En el terreno de la actividad creadora, el desarrollo perceptivo creciente puede advertirse en la toma de conciencia progresiva del niño y en la utilización de toda una variedad de experiencias perceptivas. Normalmente, en las experiencias artísticas se asigna mayor importancia a la observación visual. Con ella se desarrolla una progresiva sensibilidad hacia el color, la forma y el espacio”.

Lo expresado por Lowenfeld y Brittain nos lleva a defender que los conceptos representacionales no son imágenes estáticas que permanecen en el interior de la mente humana, sino que tienen un carácter modificable, de manera que el sujeto que potencie sus cualidades perceptivas, sea a partir de su propia evolución o por asimilación e integración de formas externas, logrará integrar mayores elementos que refuercen las componentes de esos conceptos representacionales.

Y como venimos viendo, en el mundo de los niños, los conceptos representacionales están muy ligados a la comprensión de las formas geométricas y de su uso combinatorio, así como de las relaciones espaciales básicas en las que tiene que organizar sus representaciones gráficas.

Sobre este punto, quisiéramos comentar un ejemplo que Arnheim (1981) describe de cómo David Olson llevó a cabo la experiencia para que los niños de edades tempranas comprendieran el significado de una diagonal, para que la distinguieran de la vertical y la horizontal.

Para ello, les mostraba un tablero de damas, de manera que las fichas estaban colocadas en una disposición diagonal, excepto una de ellas: la ficha inferior se encontraba desplazada más hacia la izquierda. Todos los pequeños indicaron que la posición de esta ficha no estaba “cruzada”, aunque ninguno sabía decir por qué lo sabía, ni corregir la desviación desplazando la ficha al sitio en el que debía encontrarse.

Para que los niños pudieran comprender el significado de la diagonal de un cuadrado y aprendieran a diferenciarla de la vertical y de la horizontal fue llamando su atención

hacia los componentes formales que entran en la construcción de una diagonal. Les indicó a cada uno de ellos: “Empieza en una de las esquinas de abajo, ve cruzando hasta la esquina contraria de arriba sin moverte en dirección horizontal o vertical”.

De este modo, lo que los niños tenían que aprender no era solamente el concepto visual de la diagonal, sino los rasgos formales y motrices, en este caso, de los que se compone. Ciertamente que con el paso del tiempo, una vez que han interiorizado el significado de la verticalidad y la horizontalidad, plasmarán en sus trabajos direcciones oblicuas, de manera que se irán proveyendo de los conceptos representacionales para manejar las formas y las relaciones entre ellas.

La importancia del nacimiento y la consolidación de los conceptos representacionales quedan bien reflejadas en el siguiente párrafo:

“Los conceptos representacionales tempranos no son corsés, sino formas indispensables de las concepciones tempranas. Su simplicidad es la adecuada para el nivel de organización en que opera la mente del joven dibujante. Al adquirir esa mente mayor refinamiento, los esquemas que crea van siendo más complejos, y ambos procesos de crecimiento se refuerzan mutuamente el uno al otro” (Arnheim, 1981, p. 194).

El párrafo anterior nos viene a mostrar la relevancia que tienen las formas geométricas elementales junto a las cualidades topológicas: horizontalidad, perpendicularidad, oblicuidad, paralelismo, simetría, etc., en el desarrollo del pensamiento visual del niño.

3.3.5. *El círculo primigenio*

Uno de los hechos más sorprendentes para los niños pequeños que se encuentran en la etapa del garabateo es ver cómo las primeras formas cerradas van surgiendo de esas líneas que con tanto entusiasmo se dedican a ellas. Y es que los ejercicios motrices de su brazo y su mano que conducen a diversos grafismos sin valor representativo (barridos, curvas, bucles, cicloides, epicicloides, espirales, etc.) todavía no aportan la idea primaria de forma y fondo que se obtiene a partir del denominado *círculo primigenio* (Arnheim, 1981, 1998, 2011).

Dados los rasgos motrices de palanca que ofrecen el hombro y el codo cuando se gira el brazo en movimiento circular conduce, de manera inexorable, a la consecución de la forma circular, más o menos bien trazada.

Este círculo inicial, conocido por los niños de todas las culturas, tiene un carácter más topológico que geométrico, pues apunta a la idea de redondez y cierre y no a las

características de perfecto trazado, de modo que los radios fueran todos iguales. Esto da lugar a que, inicialmente, para el niño el óvalo sea una forma equivalente al círculo; solo en el proceso de desarrollo será capaz de diferenciar uno del otro, así como aplicarles distintos significados a partir del uso que realicen en las partes de los objetos y de las figuras que aparecen en sus escenas gráficas.



Dibujo realizado por un niño de 4 años. Como podemos comprobar, utiliza en círculo para el rostro (también para las orejas y los botones) y la forma ovalada para el tronco. Utiliza las formas geométricas diferenciándolas según la parte del cuerpo que representan.

nº 26

En el dibujo 26, correspondiente a un niño de 4 años, comprobamos que ha empleado el círculo y el óvalo de manera diferenciada. El primero los usa para el rostro y el segundo para el tronco. Con ello nos hace ver que estas dos formas geométricas básicas que en la etapa del garabateo eran utilizadas de manera indistinta, cuando se entra en el comienzo de la figuración, a partir de los cuatro años, empiezan a tener aplicaciones específicas, en función del objeto, de la figura o de la parte de ambos que vayan a representar.

Por otro lado, una de las razones de la fuerza del círculo como forma básica, y derivado del mismo, la búsqueda del centro, como foco de atracción de la línea circular, queda bien expuesta en el siguiente párrafo de Arnheim (2011, p. 10):

“Desde el punto de vista psicológico, la tendencia céntrica representa la actitud egocéntrica que caracteriza la forma de ver las cosas y las motivaciones propias del ser humano al comienzo de su vida, y que, como poderoso impulso, se extienden a lo largo de esta. El niño se ve a sí mismo como el centro del mundo que le rodea, dividiendo los objetos en dos categorías: los que se dirigen hacia él y los que se apartan de él; asimismo, sus acciones vienen determinadas por sus propias necesidades y deseos, por sus temores y sus gustos”.

Vemos, pues, que las experiencias subjetivas se convierten en un factor de gran significación para entender la formación de algunos de los procesos que estudiamos. Además, y como bien apuntan los autores que han trabajado en el dibujo infantil, “cabe suponer que en un momento muy temprano de la experiencia del niño la curva lineal trazada por el lápiz o pincel se transforma en un objeto visual bidimensional, en disco que se percibe como ‘figura’ puesta sobre un fondo” (Arnheim, 1981, p. 199).

Uno de los interrogantes que en el proceso evolutivo infantil surge es el siguiente: ¿qué le hace dar al niño un significado de las formas geométricas trazadas en la etapa del garabateo para que acaben siendo verdaderos signos de comunicación visual?

Tenemos que considerar que en esa transformación, el cambio de actitud del niño resulta bastante significativo, ya que es el comienzo de la unión entre dos formas de expresión que debe de emplear: la *gráfica* y la *verbal*. Hay, pues, una modificación en el modo de pensar, dado que se pasa de un pensamiento kinestésico a un pensamiento visual, en el sentido de que las imágenes comienzan a formar parte de la memoria.

“Podemos comprobar la importancia de este cambio si analizamos que, como adultos, la mayor parte de nuestros pensamientos se hace en términos de figuras mentales. Si tratamos de ahondar en nuestra memoria, tan atrás como nos sea posible, no llegaremos a ningún momento anterior a esta etapa del garabato con nombre. Es pues en este punto que el niño desarrolla una base para la retención visual” (Lowenfeld y Brittain, 1972, pp. 114-115).

Todos los autores clásicos del dibujo infantil hacen referencia a esta fase en la que los niños, mientras garabatean, realizan comentarios sobre lo que están ejecutando, o lo que lo mismo, unen sus trazados con el lenguaje. Así, para Lowenfeld y Brittain (1972) es "la superposición de la significación representativa a la kinestésica"; para Luquet (1978) "el descubrimiento de la semejanza accidental a la representación deliberada"; para Lurçat (1980) "relación entre la actividad gráfica y actividad oral"; para Kellogg (1979) "acumulación de percepciones", etc.

Las anteriores son algunas de las expresiones que los grandes investigadores del arte infantil han aportado al enigma de la transformación de los garabatos en signos de tipo visual. Por su parte, Arnheim (1981, p. 200) nos indica que “no tenemos medios para determinar con certeza en qué punto de su desarrollo toma el niño por primera vez sus formas por representacionales”.

Los estudios empíricos, no obstante, nos hacen ver que en la mayoría de los niños es el círculo el primero de los trazados que se transforma en un signo visual, puesto que, como hemos visto en el dibujo anterior, evoca el rostro humano. Basta con que se le agreguen

dos puntos, en la parte superior, y una rayita, en la inferior, para que se produzca el hecho mágico por el cual una línea cerrada sea el origen de un nuevo lenguaje: el lenguaje visual.



Conjunto de garabatos realizados por un niño de 3 años y 9 meses. Dentro de todos ellos, se destaca una forma cercana al círculo que le sirve para construir el rostro de una figura humana, ya que le añade un par de puntos en la parte superior, otro en el centro y una rayita abajo. (Tomado de Sáinz 2011)

nº 27

Esto lo podemos comprobar en el dibujo 27, perteneciente a un niño de 3 años y 9 meses. En el mismo encontramos una variedad de líneas denominadas garabatos, sin valor representativo del mundo exterior. Son expresiones motrices con las que el pequeño autor ha dado rienda suelta a la sensación placentera de ir dejando huellas gráficas en una hoja de papel. Sin embargo, dentro del revoltijo de distintas líneas y formas, encontramos en la parte superior de la lámina un círculo con dos puntos, a semejanza de los ojos, otro más abajo, como evocación de la nariz, y, finalmente, una rayita horizontal que hace referencia a la boca.

Este conjunto de trazos tienen el valor de un signo visual, en medio de un conjunto de líneas que no nos conducen a ninguna figura que evocara el mundo visible de los objetos.

Tras lo indicado, entendemos que las distintas explicaciones de los autores más relevantes son más bien deducciones que han realizado a partir de la observación de los dibujos de los niños, puesto que en sus publicaciones no aportan trabajos empíricos que den solidez a sus afirmaciones.

Por su parte, Arnheim (1981, p. 200) nos dice lo siguiente: “Esta transformación perceptual favorece otro acontecimiento fundamental dentro de la producción de imágenes: el reconocimiento de la que las formas dibujadas sobre el papel o hechas con arcilla pueden hacer las veces de otros objetos del mundo, con los cuales mantienen una relación de significante a significado”.

Este hallazgo del niño es tan específicamente humano que autores como el filósofo estadounidense Hans Jonas (1966) señala que la producción de imágenes es el atributo más decisivo y único del ser humano, puesto que hay otras especies animales que poseen formas de comunicación basada en los sonidos que emiten dentro de cada especie.

3.3.6. *Propiedades geométricas: verticalidad y horizontalidad*

A pesar de que la raya que ejecuta un niño es uno de los primeros garabatos que realiza, no debemos confundirla con el trazado de la línea recta, puesto que tras su aparente simplicidad hay cierta dificultad en el control de su trazado, al ser necesario un cierto control muscular del brazo, de la mano y de los dedos, ya que estos funcionan bien como palancas que generan trayectorias curvas en sus movimientos.

“La línea recta es una invención del sentido humano de la vista bajo el mandato del principio de simplicidad” (Arnheim, 1981, p. 208). Tiene razón el autor alemán, puesto que la línea recta apenas se da en la naturaleza, ya que el conjunto de fuerzas que actúan en la misma genera formas sinuosas, en ocasiones, de gran complejidad, pero que difícilmente se alcanza ese equilibrio exacto que exige una línea continua sin ningún cambio o modificación en su recorrido.



Conjunto de garabatos realizados por una niña de 3 años y 3 meses. A pesar de que la pequeña no traza figuras representativas, logra imitar el moviendo de los adultos cuando escriben, pues las tres líneas paralelas ordenan el conjunto de cicloides curvados que se asemejan a la escritura.

n° 28

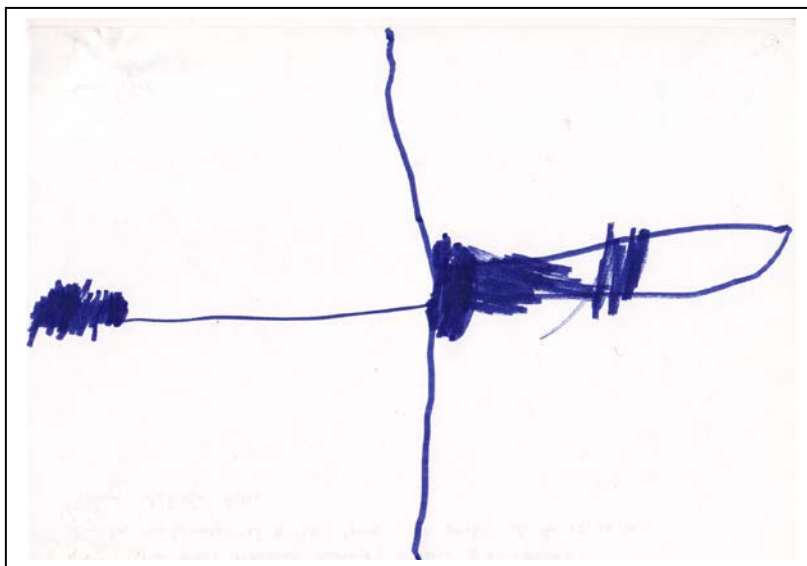
Debemos tener presente de que antes que el niño comience a elaborar signos visuales, para representar el mundo exterior, utiliza la línea recta para la construcción de formas abiertas, como son la cruz y el aspa, y formas cerradas, como son el cuadrado y el triángulo.

De igual modo, puede usar el trazado de la línea recta como expresión del movimiento de tipo lineal. Es lo que sucede en el dibujo 28 en el que un niño de 3 años y 3 meses ha empleado un conjunto de rectas paralelas entre unas curvas continuas que se asemejan a cicloides.

Lo cierto es que en la clase en la que se encontraba el pequeño, puesto que se acercaban las Navidades, a todos se les invitó a que escribieran una carta a los Reyes Magos. En su caso, optó por la imitación de los movimientos de la escritura de los adultos, es decir, trazar de izquierda a derecha un conjunto de líneas a semejanza de cicloides, pues veía que su maestra realizaba estos movimientos cuando escribía en el encerado.

Para reforzar ese paralelismo, como hemos indicado, acudió a líneas aproximadamente rectas que separaban las supuestas “palabras” escritas por el pequeño.

¿Le hacía entender que sus garabatos eran la manifestación de la escritura que realizaban los mayores? Creemos que el niño había asimilado perceptivamente los movimientos que los mayores realizan a la hora de escribir, con esos giros propios de la mano y que presentan cierta similitud con los cicloides que él sabe trazar, así como el paralelismo que se establece entre las líneas gráficas de la escritura.



Cruz realizada por un niño de 3 años y un mes. Una vez que el pequeño hubo trazado la línea horizontal, a mitad de la lámina, acudió a cortarla por otra vertical, también en la mitad de la superficie. Esto es clara manifestación de que había adquirido intuitivamente la idea de horizontalidad y verticalidad. (Tomado de Sáinz, 2011)

nº 29

Por otro lado, la línea recta introduce la extensión lineal en el espacio y, con ello, la idea de dirección. Tiene gran relevancia en los inicios de los primeros trazados gráficos el sentido de la dirección que toman los trazados de los pequeños, pues como nos advierte Sáinz (2011, p. 87) que “hay que tener en cuenta que en nuestra cultura el trazado de la escritura se realiza con un movimiento del brazo y de la mano en la dirección de

izquierda a derecha. Este movimiento dominante se debe a que el desplazamiento del brazo es más fácil si se lleva a cabo en esta dirección, puesto que con él puede irse viendo aquello que se escribe”.

Una vez que el niño consolida el trazado horizontal se enfrenta a la idea de verticalidad, a través del trazado que corta a la primera línea. La diferencia entre la horizontalidad y la verticalidad viene introducida por la experiencia gravitatoria (Arnheim, 1981, 1998, 2011). De todos modos, en los trabajos de los niños de edades más pequeñas el trazado de la cruz como *diagrama* (Kellogg, 1979; Racionero, 2011; Sáinz, 2003, 2011) no procede de experiencias de tipo kinestésico que afecta a todo el cuerpo, puesto que en estas edades está en juego todavía el desarrollo motor del brazo.

En el dibujo 29 se comprueba cómo un niño de 3 años ha adquirido intuitivamente, sin referencias a concepciones geométrico-espaciales, la idea de horizontalidad y de verticalidad de los trazados.

El pequeño comenzó trazando con gran seguridad, puesto que lo hacía con rotulador, una línea horizontal, a mitad de la lámina, por lo que se servía del paralelismo que le ofrecían los bordes superior e inferior de la propia lámina. Una vez acabada, puso el rotulador en la parte superior y en el centro, bajándolo hacia abajo, de manera que cortó a la primera línea por la mitad. Para ello, se volvió a guiar por los bordes izquierdo y derecho del formato utilizado.

En esta actividad se han puesto en juego tres propiedades geométricas: paralelismo, horizontalidad y verticalidad.

Una vez que el niño ha afianzado el cruce ortogonal de dos líneas rectas se enfrenta al reto de la creación del ángulo recto, que es posterior al trazado en cruz, puesto que, en este caso, implica el control del punto en el que se juntan la horizontal y la vertical.

En el dibujo 30 comprobamos cómo el autor, un niño de 6 años, ha consolidado la idea de la horizontalidad, ligada al concepto de suelo, y la de verticalidad, que la asume a través de la propia experiencia, puesto que la gravedad da lugar a que las figuras y los objetos apoyados en la superficie del suelo se presenten en posición vertical.

Sobre esta cuestión, Darras (1996, p. 184) nos dice lo siguiente:

“La gravitación terrestre impone al espacio la vertical como la dirección privilegiada. Juega un rol central en los seres vivos dotados de locomoción, sea al nivel del espacio senso-motor o al nivel del espacio representado. La vertical, y la horizontal que le está asociada, constituyen las dos referencias principales del espacio vivido. Gracias a la posesión de estos vectores, los sujetos vivos acuden al control de las coordenadas de ellos mismos y de los otros”.



Dibujo de un niño de 6 años en el que se comprueba cómo ha afianzado la horizontalidad y la verticalidad a partir de la experiencia de encontrarse erguido cuando se encuentra de pie.

nº 30

Conviene indicar que, en los inicios de la representación figurativa, la figura humana, en forma de renacuajos, la encontramos sin las referencias a la verticalidad y la horizontalidad, es decir que se encuentran desordenados desde nuestra visión de adultos, no respondiendo, al principio, a la manifestación gráfica del sentido del equilibrio interno.

Si retrocedemos y observamos el dibujo 5, comprobamos que la pequeña autora de cuatro años no había asimilado todavía que la estructura de la lámina ofrece una semejanza a nuestro campo visual. Y es que, en el comienzo de la figuración, los niños van girando la lámina, según sus propios pareceres, con lo que conlleva que serían varios puntos de visión los que adoptan en la representación de temas como el de la familia. Esta actitud se encuentra muy alejada de la representación basada en la visión desde un punto de vista fijo, que es el que adoptan cuando ya no giran la lámina, sino que la utilizan con la posición estable del formato en horizontal –que es la mayoritaria- o en vertical –menos frecuente-.

3.3.7. Propiedades geométricas: la oblicuidad

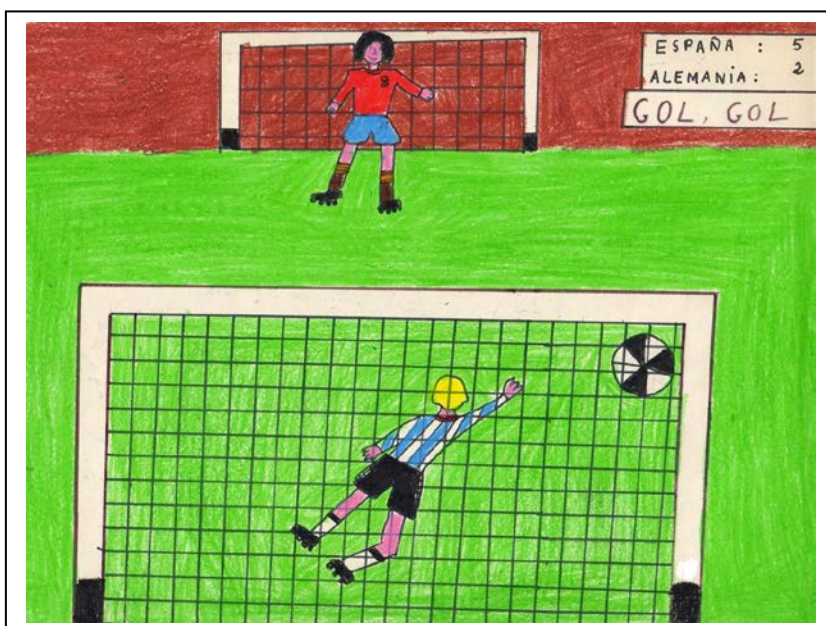
Una vez que el niño ha dominado la relación horizontal-vertical, se enfrenta al reto de asimilar la oblicuidad como una de las características perceptivas de los objetos que se encuentran en la naturaleza.

Pero conviene “distinguir cuidadosamente el empleo intencionado de la oblicuidad de la distribución arbitraria de las direcciones espaciales en sus obras más tempranas” (Arnheim, 1981, p. 213). Esta observación del autor alemán ya la hemos comentado en el apartado anterior, pues, ciertamente, hasta que el niño no asimila la lámina en la que

va a dibujar como una especie de campo visual o encuadre a través del cual se plasma el mundo exterior, optará por ir girándola según sus necesidades expresivas.

Quizás la primera línea oblicua que el niño traza dentro del repertorio de figuras que conforma su imaginario sea el trazado del tejado de la casa. De este modo, si observamos el dibujo 30, comprobamos que el pequeño ha utilizado las líneas horizontales y verticales para la construcción de la casa: un rectángulo en posición erguida para la fachada; cuadrados con cruces en sus interiores para las ventanas; una malla reticulada, a partir del cruce de rectas horizontales y verticales, para expresar las tejas. Sin embargo, traza dos líneas inclinadas para cerrar el tejado, es decir, dibuja un triángulo equilátero, apoyado horizontalmente en uno de los lados del rectángulo de la fachada, para expresar las pendientes que tienen los tejados.

Esta fachada la realizan niños y niñas de cualquier parte del mundo, ya que viene derivada de la adición de los diagramas que realizan cuando años atrás estaban garabateando. No es, pues, el resultado de la traslación de la visión que tienen de las viviendas en las que residen, pues lo normal es que vivan en pisos dentro de grandes edificios o bloques en forma de paralelepípedos.



Dibujo de un niño de 11 años sobre el tema del deporte. Puede comprobarse que para representar al portero que para el balón acude al trazado inclinado de la figura, es decir, a construir diagonales que recojan la idea del gesto de parar al balón.
(Tomado de Sáinz, 2011).

nº 31

Uno de los retos con los que se tiene que enfrentar el niño es a la expresión del movimiento de los objetos en el mundo físico. Sobre esto, Arnheim (1981, p. 213) nos dice que “el movimiento posee una importancia tan crucial para el niño que le produce sumo placer hacer que las cosas se muevan visiblemente en sus dibujos”.

La representación gráfica del movimiento necesariamente conduce a la representación de la oblicuidad o la inclinación de las formas. Esto puede apreciarse en el dibujo 31, de un niño de 11 años, y correspondiente al tema del fútbol. Inmediatamente, se aprecia el uso de la verticalidad y la horizontalidad en el trazado de los palos de la portería y en la retícula que ha elaborado para la red; sin embargo, acude a la inclinación o diagonal para la figura del portero que se encuentra más cercano, ya que el autor del trabajo quiere manifestar que se ha lanzado para parar el balón.

Aparte de la expresión del movimiento, una de las conquistas que debe alcanzar el niño en su desarrollo gráfico es la representación de la tridimensionalidad de los objetos o perspectiva. Esto suele iniciarse en la etapa del comienzo del realismo, es decir, alrededor de los diez u once años.

Sobre este punto, viene bien la afirmación de Sáinz (2001, p. 209):

“La manifestación más sencilla de la perspectiva se expresa mediante el trazado de la línea recta, cuando el escolar la dibuja inclinada o en diagonal para, de este modo, indicar que, perceptivamente, es la representación de una línea que se aleja del espectador. Necesariamente, el niño tiene que enfrentarse a la gran paradoja que se produce entre la percepción visual y el conocimiento en el momento en se propone trazar dos rectas paralelas que visualmente se encuentran, aunque la experiencia y la razón le dicen lo contrario: que esas rectas nunca llegan a tocarse”.

Uno de los recursos que el niño emplea para encontrar la solución al dilema, que se produce entre “saber” y “percibir” lo tiene que resolver mediante el trazado con inclinación de la línea que se aleja. De este modo, comienza a abandonar ciertos recursos de representación subjetiva del espacio que había estado utilizando, como eran el abatimiento y el doblado, durante la etapa esquemática, es decir, aquella que comprende las edades que van de siete a nueve años.

Por otro lado, la línea recta inclinada también puede ser la expresión de dos planos que se cortan. En el dibujo de la casa, por ejemplo, las líneas que se encuentran en los lados inferiores son el resultado del cruce entre la fachada, o la pared lateral, y el suelo. En el caso de la fachada, hay una continuidad con el plano horizontal que la sustenta, cuando se representan frontalmente al espectador. Sin embargo, llega el momento en que la pared lateral es necesario realizarla en perspectiva para que pueda producir la sensación de paulatino alejamiento a la vista del observador, por lo que el modo más sencillo que tiene el niño para resolver esta cuestión es mediante el trazado de la línea de cruce, con inclinación, por lo que acaba abandonando la horizontalidad y trazándola como una línea oblicua.

3.4. El enfoque de Elliot W. Eisner

Uno de los grandes autores que ha estudiado los procesos cognitivos en relación al pensamiento visual desde una perspectiva de corte cualitativo es el estadounidense Elliot W. Eisner. Profesor de Arte en la Universidad de Stanford, fue presidente de la American Educational Research Association y la International Society for Education through Arts (INSEA).

Gran parte de sus obras han sido traducidas al castellano, por lo que ha dado lugar a que pudieran ser divulgadas entre el profesorado implicado en la educación artística, tanto en los ámbitos universitarios como en los no universitarios.

Para estudiar las aportaciones que ha realizado al estudio de la mente humana a través de la imagen artística, acudimos a sus obras *Procesos cognitivos y currículum* (1982), *Educación la visión artística* (1995), *El ojo ilustrado. Indagación cualitativa y mejora de la práctica educativa* (1998) y *El arte y la creación de la mente* (2004).

Con el fin de comprender la línea de investigación que subyace en el pensamiento de Eisner, viene bien un párrafo de la última obra citada en la que nos dice:

“Los puntos de vista tradicionales sobre la cognición, y sus implicaciones en cuanto a los objetivos educativos, han situado a la enseñanza en las artes en una posición marginal. Las escuelas consideran que, por lo menos en parte, su misión es fomentar el desarrollo del intelecto. Las materias ‘duras’ como las matemáticas y las ciencias se consideran recursos básicos para este proceso de desarrollo y los procesos de lectura, escritura y cálculo también se consideran los medios idóneos para cultivar la mente” (Eisner, 2004, p. 13).

El párrafo anterior nos hace ver que, por un lado, la división entre materias ‘importantes’ y ‘secundarias’ dentro de los currículos de muchos países marca desde edades muy tempranas lo que es fundamental y lo que es secundario en las necesidades educativas de los escolares. Por otra parte, se da la circunstancia de que el desarrollo y afianzamiento del pensamiento visual se encuentra ligado a disciplinas que tienen un rango secundario y, en ocasiones, marginal como es la educación artística, por lo que los procesos cognitivos visuales apenas se desarrollan como cualidades perceptivas (memoria, inteligencia, comprensión, imaginación visuales).

Pero será dentro de los procesos educativos en los que Eisner aborde los temas que son tratados en esta investigación, puesto que considera que la imagen y el pensamiento visual son eminentemente cualitativos y dinámicos, por lo que cree que lo más adecuado para su comprensión es estudiarlos dentro de aquellas disciplinas, caso de la educación artística, en las que se encuentra claramente insertos.

3.4.1. *Los sentidos y la formación de los conceptos*

Una pregunta de la que parte Eisner (1982) antes de abordar las claves del pensamiento visual es interrogarse acerca de lo que es cognición y de lo que no lo es, ya que habitualmente a esta se la concibe de una forma limitada, puesto que de ella se suelen excluir los elementos emocionales. Normalmente se entiende que estos se encuentran ligados con el sentimiento, pero no con el conocimiento; mientras que la cognición se relaciona con la razón y la lógica en las que no tienen cabida los afectos.

Si tales distinciones fueran simples convenciones teóricas que sirvieran para deslindar campos cognitivos, quizás no causarían muchos problemas; la dificultad aparece cuando se aplica al campo empírico y de investigación, dado que con frecuencia lo cognitivo y lo emocional se consideran como estados distintos e independientes del organismo humano.

Esta distinción marca profundamente los contenidos curriculares. Así:

“Las asignaturas consideradas como cognitivas se enseñan por la mañana, mientras que las que se consideran afectivas –las bellas artes, por ejemplo- se enseñan (cuando se tienen en cuenta) a última hora, por la tarde y, a menudo, al final de la semana. Sucede entonces que la visión limitada de la cognición que impregna tanta literatura psicológica y educativa legitima una forma de práctica educativa que limita en sí lo que los niños tienen oportunidad de aprender en la escuela” (Eisner, 1982, p. 57).

La idea de que hay conocimientos ausentes de la componente afectiva es claramente errónea. De entrada, no puede darse ninguna actividad afectiva en ausencia de la cognición, y, por otro lado, si se admite que las emociones conllevaban ciertos niveles cognitivos, tener la experiencia de un sentimiento y no conocerlo sería como no tenerlo. Lo anterior conlleva a que no puede existir ninguna actividad cognitiva que a la vez no sea afectiva. Solamente los instrumentos creados por el hombre, caso de los ordenadores, realizan procesos ausentes de conocimiento, o de reflexión acerca de los cálculos, y de sentimientos.

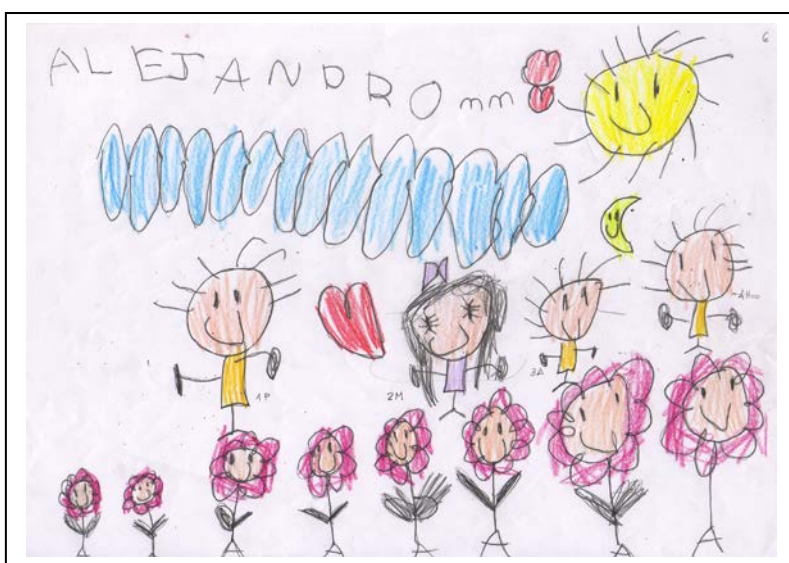
En relación con lo anterior, John Dewey (citado por Eisner, 1982, p. 59) y refiriéndose a la relación entre inteligencia y arte, entendiendo a este último como un área eminentemente afectiva, apuntó lo siguiente:

“Cualquier idea que ignore el papel de la inteligencia en la producción de obras de arte se basan en una identificación del pensamiento con el uso de una clase especial de material, signos verbales y palabras. Pensar efectivamente desde el punto de las relaciones entre cualidades es una exigencia del pensamiento tan severa como lo es pensar desde el punto de vista de los símbolos verbales y matemáticos. En efecto, como las palabras pueden manipularse fácilmente de maneras mecánicas, la

producción de una verdadera obra de arte exige probablemente más inteligencia que la mayor parte del llamado pensamiento que se da entre quienes se enorgullecen de ser *intelectuales*”.

Lo que Dewey sugería a través del párrafo anterior es que el problema de seleccionar cualidades y organizarlas para que funcionen de forma expresiva a través de un medio es consecuencia de una toma de decisión inteligente en el ámbito de lo cualitativo.

Y es que la tendencia a separar lo cognitivo de la afectivo, esencialmente ligado al dominio de lo cualitativo, se refleja en nuestra formación como adultos en la postura de separar la mente del cuerpo, el pensamiento del sentimiento y la reflexión de la actuación manual.



Dibujo realizado por un niño de 4 años sobre el tema de la familia. En él, comprobamos cómo el pequeño integra los elementos cognitivos con los afectivos al darle un carácter animista al sol, la luna y las flores.

n° 32

Los niños, en cambio, no comprenden la separación entre lo racional y lo afectivo, entre la mente y el cuerpo. Esto puede entenderse en sus dibujos cuando son capaces de aplicar sentimientos a los elementos de la naturaleza y a integrar símbolos emocionales, caso del corazón en sus trabajos como si fueran elementos tan reales como las personas o los objetos.

De este modo, si observamos el dibujo 32, realizado por un niño de 4 años, vemos que el pequeño ha plasmado cuatro figuras humanas, correspondientes a su padre, su madre, su hermano mayor y a él mismo. Una vez realizadas estas figuras, acude a plasmar un sol con un rostro sonriente, con un gran parecido al de los miembros de su familia. Por debajo del sol, y con un tamaño algo más pequeño, aparece la luna, también sonriendo. Pero lo más curioso de todo es que en la parte inferior de la lámina la ha llenado de flores, todas con rostros circulares sonrientes. Por último, ha trazado un corazón entre sus padres, como

manifestación del cariño que siente que se da entre ellos; y otro par de corazones en la parte superior de la lámina.

Desde el punto de vista cognitivo, el niño ha ido plasmando lo que visualmente conoce de las personas y de los elementos de la naturaleza. Para ello, se ha apoyado en la geometría elemental interiorizada a través de sus experiencias gráficas. Así, comprobamos que aparecen las siguientes figuras geométricas: puntos (para los ojos), rayas (pelos, brazos y pies de los personajes, rayos del sol y tallos de las flores), círculos (rostros de los personajes, del sol y de las flores), curvas (bocas sonrientes de las personas, del sol, de la luna y de las flores, así como para el dibujo de la luna), rectángulos (troncos de los personajes), epicicloides (para los pétalos de las flores), etc.

El uso que el niño ha realizado de las formas geométricas básicas le ha servido para exteriorizar gráficamente aquellas figuras, elementos naturales y las partes de las que están compuestos que conoce del tema que se le ha propuesto. Este proceso cognitivo está impregnado de la componente emocional, ya que el pequeño no solo describe visualmente sino que también comunica el estado de alegría que siente al realizar la escena familiar.

3.4.2. *Las funciones cognitivas del arte*

Podríamos decir de manera genérica que el término *cognición* incluye el conjunto de procesos por medio de los cuales el ser humano se hace consciente del entorno que le rodea y de su propia conciencia.

Con respecto al arte y su significado, Eisner (2004) apunta que el arte es un modo de experiencia humana que se puede obtener siempre que una persona interactúe creativamente con algún aspecto del mundo que le rodea.

Así, una función cognitiva de las artes es ayudarnos a aprender a observar el mundo, puesto que nos permiten aplicar la imaginación como un medio para explorar nuevas posibilidades creativas, liberándonos de lo literal, de la interpretación ausente de significados emocionales.

También, el trabajo en las artes invita a desarrollar la tolerancia hacia la ambigüedad, a indagar en la incertidumbre, a aplicar un juicio libre de los procedimientos estrictamente reglados. En este ámbito, la sede de la evaluación es interna, por lo que la subjetividad, entendida como valoración personal, tiene perfectamente cabida en el juicio estético, fomentando con ello la autonomía personal.

Otra función cognitiva de las artes y del pensamiento visual es que en el proceso creativo se estabilizan las imágenes que de otro modo serían un tanto evanescentes. Sobre esto, Eisner (2004, p. 28) nos dice:

“Las ideas y las imágenes son muy difíciles de mantener a menos que se inscriban en un material que se les dé en algún tipo de semipermanencia. Las artes, como vehículos mediante los cuales se producen estas inscripciones, nos permiten examinar con mucho más detalle nuestras propias ideas independientemente de que surjan en forma de lenguaje o de imagen visual”.

Ciertamente, una de las dificultades que plantea la investigación en el ámbito de las imágenes mentales o del pensamiento visual es la imprecisión que poseen, por lo que la plasmación en imágenes gráficas da lugar a que puedan fijarse y estabilizarse, con mayor o menor fidelidad a las que posee la mente humana.

Otro aspecto a tener en consideración es que las artes son medios que sirven para explorar el propio paisaje interior, ayudándonos a descubrir el contorno de nuestro ser emocional. De este modo, desarrollar un lenguaje con el que hablar de las cualidades visuales es un logro desde el punto de vista lingüístico y desde el punto de vista actitudinal. Hablar, por ejemplo, de cualidades de un campo visual, de cómo se conjugan entre sí los colores y las formas, suele exigir el uso de símiles y la creación de neologismos que, mediante la insinuación más que del lenguaje explícito, transmiten el carácter distintivo de las cualidades percibidas (Eisner, 2004).

3.4.3. La actividad artística infantil como una modalidad de la inteligencia

Cuando un niño dibuja o pinta se está enfrentando a un problema de tipo cognitivo: el de encontrar los modos de transformar en algo visible una idea, un concepto o una imagen interior que posee. Tiene el reto, ante una hoja en blanco, de concretar a través de los elementos que componen el lenguaje visual las imprecisas imágenes y las emociones que se encuentran ligadas a las mismas.

Mientras el proceso de plasmación gráfica va trabajando, se enfrenta al problema de desarrollar un sentido de la unidad o de cohesión en su obra, de modo que aparezca la consistencia en la totalidad de lo que ha plasmado (Eisner, 1995).

En esta situación, el niño tiene que interactuar con las cualidades visuales que emergen a través de la manipulación del material con el que trabaja. Dentro de esta actividad, al tratar con la plasmación de cualidades, a través de imágenes visuales, y teniendo que acudir a la creación y control de las formas del lenguaje visual, nos lleva a la conclusión que ese modalidad de inteligencia opera como una inteligencia cualitativa.

Eisner (1995, p.100) vuelve a insistir en el siguiente párrafo en la relación que se establece entre lenguaje verbal y lenguaje visual:

“Aunque la enseñanza tiende a dar mayor énfasis a la utilización del lenguaje verbal para la mediación del pensamiento, debe quedar claro que el pensamiento no se limita a operaciones verbales. (...) Organizar las cualidades visuales como lo hace un pintor o un escultor son también procesos dirigidos por el pensamiento, y la diferencia está en la naturaleza del material utilizado y en el carácter de la apreciación del producto”.

Y es que en el lenguaje discursivo, la lógica es uno de los criterios aplicados para evaluar su significado; para las obras artísticas, como las que realizan los niños, se aplican otros criterios.

No debemos olvidar que existe una *inteligencia cualitativa* (Eisner, 1982, 1995, 2004) distinta a la que podría ser la *inteligencia discursiva*, y que la primera se utiliza en el más amplio espectro de la actividades cotidianas del ser humano. Así por ejemplo, cuando cada mañana pensamos la ropa que nos vamos a poner; cuando al mediodía, decidimos la comida que vamos a tomar; o , sencillamente, cuando pensamos el modo de relacionarnos con la gente, ejercitamos lo que el autor estadounidense llama *inteligencia cualitativa*.



Escena creada por un niño de 5 años. A través de ella, podemos comprobar que el pequeño ha seleccionado un conjunto de elementos para representar a su familia.

nº 33

Si observamos el dibujo 33, realizado por un niño de 5 años, comprobamos que el pequeño al ser propuesta en su clase la realización de un dibujo de la familia no se ha limitado a la descripción gráfica de los cuatro personajes que la componen. Su familia está rodeada de elementos que configuran el campo emocional que rodea al autor. Así, una casa con la bandera de España; un columpio en el que juega de forma habitual; un cielo en el

que aparecen el sol y la luna con rasgos animistas, junto a un conjunto de estrellas; una nube de la que se desprende la lluvia; un arco iris que rodea a un corazón con rostro humano; uno pájaros y una mariposa, etc.

Como podemos comprobar, en la escena se unen realidad y fantasía, descripción e imaginación, pensamiento narrativo y pensamiento visual, inteligencia discursiva e inteligencia cualitativa.

La totalidad de los elementos trazados forman un conjunto unitario con sentido para quien ha realizado esta escena. Si estableciéramos un diálogo con el autor del dibujo, comprobaríamos que para él todo lo que ha trazado tiene sentido, que no hay separación entre su inteligencia visual y su inteligencia emocional, ya que se encuentran tan unidas que da lugar a que no haya problema en que el pequeño entienda que el sol y la luna tienen emociones como las personas y que ambos cuerpos celestes conviven sin dificultades.

Y es que, como apunta Eisner (1995, p. 101):

“La tendencia a separar el arte del intelecto y el pensamiento del sentimiento ha sido una fuente de dificultades en el campo de la educación artística. (...) Los artistas son personas que piensan, con sentimientos profundos, y capaces de transformar sus pensamientos, sentimientos e imágenes íntimos en una determinada pública. Dado que esta capacidad depende de la visualización y del control de cualidades, puede concebirse tal capacidad como un acto de pensamiento cualitativo”.

Lo manifestado en el párrafo anterior puede aplicarse sin grandes dificultades al arte de los niños, pues, a fin de cuentas, en ellos se encuentra el germen o las raíces del pensamiento visual que se desarrollará a medida que se crece y se va ejercitando a través de los trabajos gráficos todo el conjunto de cualidades que configura el pensamiento visual.

3.4.4. Sobre el pensamiento visual y el arte infantil

A lo largo de su extensa producción, Eisner (1982, 1995, 1998, 2004) se ha sentido inclinado a abordar el análisis del arte infantil, puesto que considera que en los primeros estadios del desarrollo humano se encuentran con mayor nitidez los postulados que defiende. En relación a esto, plantaremos algunas de las consideraciones que realiza referidas al arte de los niños.

- Los niños tienden a preferir formas que no sean visualmente ambiguas.

Sobre este punto, Eisner (1995) nos indica que los niños no dan mayor presencia a los dibujos que son más realistas, sino, más bien, a los que son algo más realistas de los que

ellos mismos son capaces de crear. Las razones de ello no están claras, aunque, por los estudios llevados a cabo, prefieren especialmente una menor información visual que la que reciben de un cuadro que fuera muy realista.

En las edades tempranas, los niños atienden a las figuras no tanto para apreciar su organización formal sino como fuente de ideas o sugerencias, que estén relacionadas con sus propios esquemas de pensamiento visual. Es decir, para ellos las imágenes pueden funcionar como pictogramas en vez de formas complejas con funciones estéticas.

- La diferenciación permite a los niños formar conceptos.

Los conceptos son imágenes basadas en una o más cualidades sensoriales que actúan como representantes de una clase de cualidades asociadas. En cierto sentido, la formulación de conceptos es un proceso de reducción de datos consistente en extraer las características esenciales de un conjunto de cualidades para que puedan representar una clase de fenómenos más amplia (Eisner, 2004). Por ejemplo, la distinción entre los perros y los gatos exige la capacidad de observación para entender las diferencias que existen entre ambos animales domésticos. El concepto de “perro” y el concepto de “gato” aparecen como abstracción o generalización de las características diferenciales entre ambas especies, al tiempo que surge la necesidad de darles nombre.

A partir de lo indicado, podemos afirmar que “la formación de conceptos es una actividad de la imaginación donde se forman imágenes basadas en una o más modalidades sensoriales que representan conjuntos de cualidades asociadas con significantes” (Eisner, 2004, p. 40).

- Los conceptos y los significados pueden representarse.

Nuestra vida conceptual se basa en nuestras modalidades sensoriales, solas o en combinación. Esto da lugar a que las ideas o conceptos, junto a los significados que poseen puedan representarse a partir de cualquier sistema material o simbólico que sea adecuado y se preste a ello.

El niño, a partir de los cuatro años, acude al dibujo para plasmar no solo los objetos y figuras de la realidad sino también su mundo interior, acudiendo tempranamente a símbolos que ha aprendido en el aula. De este modo, es posible encontrar en el dibujo de la familia el trazado de corazones para manifestar el cariño que siente hacia sus padres.

Y es que como apunta Eisner (2004, p. 5):

“Nuestra capacidad para imaginar se transforma por el esfuerzo de representar lo que hemos experimentado. La representación se puede dar en cualquier material o forma que se pueda trabajar; es decir, el mismo tema se puede bailar, pintar o

describir de forma literaria o poética. En sentido metafórico, ser una persona ‘multialfabetizada’ significa ser una persona capaz de inscribir o decodificar significados con distintas formas de representación”.

- En su desarrollo, el niño avanza en la diferenciación de cualidades.

Desde edades muy tempranas, el niño se dedica a explorar, experimentar y comprender el mundo que le rodea experimentando las cualidades del entorno y sus objetos. La exploración del ese entorno y de los objetos da lugar a que aprenda la distinción de las cualidades encontradas: se hace consciente de la diversidad de formas, colores, texturas, tamaños, etc.

De este modo, el niño aprende con el paso del tiempo a reconocer y diferenciar las cualidades. Así, por ejemplo, se hace consciente de que el rostro de su madre es distinto al de su padre o al de sus hermanos, puesto que no solamente encontrará las sutiles diferencias faciales, sino que destacará las distintas formas del pelo, de los labios, de la manera que tienen hombres y mujeres de arreglarse.



Dibujo de una niña de 5 años en el que puede apreciarse las diferencias que la autora realiza en los géneros masculino y femenino, ayudándose de las formas geométricas elementales que ha interiorizado desde la fase del garabateo.

n° 34

Los procesos de diferenciación de las cualidades aparecen de manera bastante temprana en el arte infantil, como puede observarse en el dibujo 34 de una niña de 5 años. Tanto niños como niñas asimilan las diferencias de género por elementos externos visibles. De este modo, al género masculino se le representa el pelo con pequeñas rayas, mientras que al femenino se le traza con una forma irregular cerrada. Igualmente, el femenino es representado a través del trapecio que la niña usa para las faldas, tanto de ella como de su madre; mientras que para su padre utiliza un par de rectángulos alargados para expresar el pantalón. Llama la atención que, tanto niños como niñas, representen a un género

utilizando pantalones y al otro con falda o vestido. Esto manifiesta que los aprendizajes infantiles se producen también por medio de los rasgos que, sean de modo estable o puntual, se produce dentro de un determinado grupo o categoría.

- El niño acude a aquella forma geométrica más idónea para la representación.

La complejidad formal de las figuras y de los objetos del mundo exterior encuentra solución en el niño a través de las formas geométricas elementales. Hemos de tener en cuenta que las formas orgánicas de la naturaleza son de tal complejidad que hasta que no se ha alcanzado la etapa del realismo visual, es decir, aproximadamente hacia los 12 años, tiene necesariamente que acudir a la simplificación que ofrece la geometría para plasmar los contornos de los objetos del mundo visible.



Dibujo de una niña de 4 años, en el que podemos apreciar el uso de la geometría como forma más idónea para representar el cuerpo humano. El triángulo le sirve para realizar el tronco, sea masculino o femenino. De igual modo, utiliza el triángulo para la nariz.

nº 35

Ciertamente, el uso de las formas geométricas básicas es una constante en el arte infantil. Así, en el dibujo 35 comprobamos que la niña ha acudido, curiosamente, al uso del triángulo para la construcción del tronco de las figuras que ha realizado. Y es curioso, porque lo suelen aplicar al cuerpo femenino, mientras que emplean el cuadrado o el rectángulo para el masculino. Por otro lado, emplea pequeños triángulos para la representación de la nariz de cada uno de los miembros de la familia.

4. LAS FORMAS Y RELACIONES GEOMÉTRICAS BÁSICAS EN EL DIBUJO DEL NIÑO

4.1. Introducción

Aproximadamente hacia el año y medio de edad, se produce uno de los grandes hechos significativos en el ser humano que sentará las bases de lo que más adelante serán la escritura y el dibujo, como es la posibilidad de dejar una huella personal impresa en una superficie, a partir del empleo un instrumento como un lápiz, un palo, una tiza, etc., y de los movimientos del brazo del niño.

Estos primeros trazos suelen ser de gran tamaño, variando en longitud, dirección y terminación formal, dependiendo de cada niño. De este modo, como señala Marco (en Hernández, M. y Sánchez, M., 2000, p.112), “los garabatos comienzan de una forma desordenada o incontrolada, surge en el niño esa actividad de manera aleatoria, tímida, descubriendo un nuevo mundo con muy poca dedicación y gran habilidad en el trazo”.

En estos primeros estadios del desarrollo gráfico humano, correspondientes al denominado periodo del garabateo, el niño va a experimentar, por medio de la acción y del movimiento, con los trazados y con el propio espacio gráfico, descubriendo pronto la naturaleza formal, la función expresiva y su sentido representativo, para finalmente, hacia los cuatro años, descubrir la función icónica y simbólica de la imagen gráfica. Es pues, una fase de gran importancia para el futuro desarrollo motor, gráfico y psicológico, puesto que supone el inicio espontáneo en las formas gráficas que conducirán finalmente al propio dibujo.

Estos primeros grafismos provocan una gran fascinación en los pequeños autores que “se sienten atraídos por los poderes de evocación, sugerencia y comunicación de las producciones plásticas (...) ya que supone una espontánea y genuina satisfacción” (Sáinz, 2006, p. 70-71), revelando el gusto estético espontáneo por las cualidades de las configuraciones plásticas que ellos mismos crean. Sin embargo, para los adultos estas primeras producciones suelen pasar desapercibidas ya que no les dan a los garabatos la importancia que merecen, puesto que la mayoría desconoce la relevancia de estas primeras producciones; será, más tarde, cuando los mayores comenten sus trabajos y tomen conciencia de ese poder evocador.

El garabateo constituye necesariamente una etapa anterior al dibujo figurativo, pero no debe considerarse como una etapa sin relevancia, ya que es consecuencia natural e inevitable de la maduración biopsíquica del individuo. En este sentido, cada estadio del desarrollo gráfico cumple unos objetivos y satisface unos intereses concretos. Así, “tras la etapa del garabateo, en la que los trazados son meros ejercicios gráficos, el niño pasará a las edades en las que los dibujos adquieren intencionalidad representativa, siendo éstos uno de los medios privilegiados que posee para expresar tanto sus concepciones o ideas como su mundo afectivo” (Sáinz, 2006, p.71).

Los trazados de esta etapa configuran un lenguaje espontáneo y universal cuyos objetivos y efectos empiezan y concluyen en el propio niño, el cual garabatea para sí mismo, rigiéndose por leyes interiores que marca el propio desarrollo. Son “leyes universales que dan lugar a trazados semejantes en el dibujo de todos los niños de un mismo estadio evolutivo, con independencia del lugar, la raza y el medio social” (Machón, 2009, p. 117).

Por estudios realizados por Desmond Morris y otros etólogos sobre chimpancés y otras especies de primates, sabemos que los grandes simios manifiestan un interés, en ocasiones semejante al de los niños pequeños, cuando trazan distintas gráficas sobre la arena o sobre un papel en blanco. Sin embargo, existen diferencias cualitativas que pueden apreciarse especialmente en las actitudes, intereses y motivaciones de los que nacen los garabatos de ambos, ya que si desde el punto de vista formal los trazados infantiles pueden llegar a confundirse con los garabatos de los simios, “es precisamente su sentido simbólico y representacional, totalmente ajeno a la mente del primate, lo que lleva pronto al niño a intuir las profundas conexiones simbólicas de sus trazados (...) intuición que motiva y retroalimenta a la propia actividad creativa infantil” (Machón, 2009, p. 119). Este sentido estético primigenio en la mente infantil es consecuencia del desarrollo formal que irán adquiriendo los grafismos, por lo que debemos considerarlo como una tendencia natural y espontánea en la paulatina búsqueda del orden y en la organización de las formas, del espacio y del establecimiento de los primeros nexos de naturaleza topológica.

Para Machón (2009, p. 173), “el niño va progresivamente perfeccionando la coordinación de sus movimientos y prestando cada vez más atención a la morfología de los trazados, que poco a poco se van independizando entre sí”. Por otro lado, resulta difícil determinar el momento preciso en el que va a lograr el control de sus movimientos y en el que los intereses perceptivos van a desplazar a los motores

convirtiéndose en el verdadero protagonista de la actividad gráfica. Este mismo autor nos indica que será en torno a los 3 años cuando el pequeño logra conquistar su autonomía, por lo que los grafismos empiezan pronto a diversificarse y aislarse unos de otros. Añade que “cada nuevo descubrimiento da lugar a transformaciones y repentinos crecimientos, que afectan no solo a los grafismos y a las formas y configuraciones gráficas, sino a las relaciones espaciales entre ellas, a la concepción del todo y las partes o a las vinculaciones de las formas y los esquemas entre sí” (Machón, 2009, p. 177).

El control de los movimientos se produce de forma tan suave y continuada que durante largo tiempo convivirán los trazados impulsivos con los controlados. De este modo, los primeros garabatos varían en cuanto a longitud y dirección, aunque suelen ser bastante grandes, especialmente si los comparamos con su propio cuerpo infantil.

Entre los primeros trazados se encuentra la raya o línea suelta trazada aleatoriamente y sin ninguna intencionalidad, puesto que proviene de un mero ejercicio motor sin control mental. Junto a ella suelen aparecer unos puntos y rayitas de mayor o menor grosor producidos por el lápiz en posición vertical sobre la hoja.

Tras estos primeros garabatos elementales, paso a paso, irán surgiendo otros más complejos, que, más adelante, les servirán a los pequeños como fundamento del dibujo como representación figurativa, así como elementos o formas que serán la base de sus futuras producciones geométricas.

4.2. Elementos geométricos no figurativos

Siguiendo a la norteamericana Rhoda Kellogg (1979), las formas geométricas básicas en los niños y niñas, correspondientes a la etapa del garabateo, estarán formados por lo que ella denomina como *diagramas*, siendo estructuras aisladas como el círculo, y óvalo relacionado con el anterior; el cuadrado, y el rectángulo como derivado de aquél, el triángulo, la cruz, el aspa y la forma irregular cerrada con una figura definida y delineada. Estas primeras formas geométricas que surgen de la creatividad y espontaneidad infantil configurarán un lenguaje gráfico que emplearán a partir de los cuatro años, es decir, en la etapa del comienzo de la figuración para trazar figuras con carácter representativo.

La propia autora nos indica que una de las características de estos garabatos es la posible memorización, lo que conlleva a que cada uno de estos grafismos se convierta en diagrama en el momento que, por un lado, forme parte de su memoria visual y, por otro, sea capaz de repetirlo debido a su propia configuración.

Consideramos que el pensamiento visual emergente del niño puede constatarse a partir del empleo de estas formas geométricas incipientes, ya que “indican una aptitud creciente para el empleo controlado de las líneas y la utilización de la memoria” (Kellogg, 1979, p. 55).



Conjunto de garabatos realizados por una niña de 2 años y 8 meses. En el mismo pueden apreciarse distintos diagramas como son: círculo, óvalo, cruz, aspa; así como espirales y soles. (Tomado de Sáinz, 2001)

n° 36

Como ejemplo de lo expuesto, podemos observar la lámina 36 en la que pueden apreciarse distintos diagramas realizados por una niña de 2 años y 8 meses, cuando se le dejó en libertad para que garabateara libremente. Dentro de estos diagramas, destaca un gran círculo en el lado izquierdo de la lámina. Para que la pequeña lo trazara, era necesario de que en su memoria se hubiera archivado esta forma antes de que la ejecutara, puesto que comenzó por un punto situado en la parte superior, y desplazando el rotulador, (en sentido positivo, ya que utilizaba la mano derecha) fue despacio realizando una línea curva y girándola hasta de nuevo encontrar el mismo lugar por el que había comenzado. De igual modo, podría decirse de las cruces, puesto que una vez trazada la primera rayita en horizontal, su mente planificaba la otra raya que debía cortar a la primera aproximadamente en la mitad de la ejecutada.

Lo anterior nos indica que, dentro de los esquemas del pensamiento visual emergente de los niños, se van gestando las formas geométricas que son creadas de forma espontánea, sin que se les dé pautas para realizarlas. Conviene resaltar, como ya hemos indicado, que este proceso tiene un carácter universal (Arnheim, 1998; Eisner, 2004; Racionero, 2011; Sáinz, 2011; Vurpillot, 1985), puesto que lo realizan niños y niñas de cualquier parte del mundo, ya que forma parte del incipiente lenguaje visual con el que,

una vez que entren en la etapa del comienzo de la figuración, comenzarán a realizar sus dibujos de corte representativo.

Por otro lado, en las producciones infantiles, estas formas geométricas suelen aparecer combinadas con otros grafismos o con otros diagramas, y muy pocas veces de forma aislada. Aunque inicialmente algunos se deban al azar, los diagramas, según la denominación de Kellogg, son muestras palpables de planificación y deliberación, al tiempo que es una expresión de la acción de la memoria visual del pequeño.

González-Mohino (en Belver, Acaso y Merodio, 2005, p. 268) coincide en muchos aspectos con Kellogg cuando afirma que “los dibujos geométricos están compuestos de seis elementos básicos: cuadrados, triángulos, dos tipos de líneas zigzagueantes, líneas oscilantes y centros estrellados. A esto podemos añadirle las figuras en espiral, que aparecen muy frecuentemente”.

En cuanto al uso del espacio, y según Martínez (1989, p. 60), cuando el niño conquista una mínima organización de él “procede continuar el proceso considerando las primeras nociones geométricas: punto, línea, superficie, línea y superficie cerradas, región, figura, cuerpo geométrico...”. Añade, por otro lado, que estas nociones son muy abstractas y difíciles de adquirir por los más pequeños.

En el estudio de los principales elementos geométricos no figurativos cabe destacar los siguientes: el punto y la coma, la línea recta y la raya, el círculo y el óvalo, el cuadrado y el rectángulo, el triángulo, la cruz y el aspa.

4.2.1. *El punto*

Hay autores, caso de Machón (2009), que denominan a los puntos y las comas como garabatos de golpeteo, es decir, trazados que se obtienen cuando el niño coloca de forma vertical el lápiz, rotulador o tiza y aprieta sobre la superficie.

El punto: aparece ya definido en torno a los dos años como resultado del gesto motor de golpeteo, por lo que constituye el grafismo más elemental que realiza en el comienzo de los garabatos. Este autor nos indica que su realización va unida a una experiencia motriz nueva, en la que el movimiento es vertical, de arriba hacia abajo, y además proporciona una nueva sensación sonora producida por el golpeteo que estimula y refuerza este trazo.

Es necesario señalar la diferencia que existe entre el primer punto que trazan los pequeños cuando cogen el lápiz o la tiza con el puño cerrado, del punto que emplean en una etapa posterior al garabato, cuando cogen el instrumento de dibujo con la punta de

los dedos, con el consiguiente control perceptivo, sabiendo previamente qué van a trazar y dónde lo va a ubicar en la lámina. En el primer caso lo encontraríamos acompañando a los barridos, bucles, etc., y en el segundo para dibujar, por ejemplo, los ojos o la nariz de la figura humana.

Asociado al punto se encuentra la *coma* (Machón, 2009). Este autor nos dice que aparece muy pronto en los trazados infantiles, ya que corresponde a movimientos de arriba abajo con ligera curvatura y orientación hacia el propio cuerpo. Algunos resultan de golpeteos más breves y presentan la apariencia de pequeños puntos.

Participan también del efecto de la sonoridad aunque en menor medida que los puntos, ya que su trazado es más oblicuo y no acaba en un golpe seco, sino que se expande suavizando la sonoridad. Al igual que los puntos, los niños pueden trazarlas en la fase de garabato no controlado de manera no premeditada, o más tarde, en la etapa del comienzo de la figuración, de forma intencionada, para representar, entre otros, a la lluvia, el pelo, etc.

4.2.2. *La raya y la línea recta*

La raya surge cuando una vez que el niño ha colocado la punta del lápiz sobre el papel realiza un desplazamiento corto con la mano. Es, por tanto, un pequeño trozo de línea que, dependiendo de la fase en la que se encuentre, puede ser trazada de dos maneras: en la fase del garabato no controlado, la realiza sin ejercer ningún tipo de control motriz, junto a otras líneas continuas; mientras que en la fase del garabato controlado, sería el resultado de un mayor control motor, con una aceleración al comienzo y un frenado al final del impulso. En el segundo caso, la vista comienza a anticiparse al curso de la mano y, por tanto, la dibujaría de forma intencionada.

Para Kellogg (1979, p. 282), son las primeras líneas que hacen los pequeños, las cuales las realizan “con mayor facilidad cuando la superficie del dibujo tiene la orientación normal, con un lado paralelo al de la mesa que tienen delante”. Para esta autora, pueden crear equilibrio de arriba-abajo o de izquierda-derecha cuando están centradas, o pueden destruirlo cuando se desplazan hacia un borde del papel. Suelen aparecer durante la fase del garabato controlado en la composición de mandalas.

Por otro lado, Arnheim (1979, p. 207) señala que “estos trazados longitudinales, visualmente de los más simples, no lo son para la mano y el brazo, debido a la complejidad funcional que exige su realización”. En un primer momento, aparecen superponiéndose a otros trazados, buscando espacios en blanco, o bien intentando

señalar los límites espaciales. Es solo más tarde, en torno a los dos o tres años, cuando los trazados rectilíneos pueden aparecer de forma aislada, afirmando de esta manera su naturaleza única e individual, e incluso pueden recibir algún nombre de seres u objetos. Con el trazado de la línea se introducen los conceptos de la extensión lineal en el espacio y la idea de dirección, sea de izquierda a derecha, como es el caso de la escritura occidental, o de derecha a izquierda, como lo hacen los niños que son zurdos.



Conjunto de garabatos realizado por un niño de 3 años y 2 meses. Dentro del mismo, podemos ver cómo el pequeño ha utilizado líneas rectas para construir formas cerradas y abiertas. Por otro lado, emplea distintos lápices para trazar pequeños barridos verticales y paralelos entre sí.

n° 37

Si observamos la lámina 37, podemos apreciar que en este caso su autor, un niño de 3 años y 2 meses, se ha servido de líneas rectas para realizar su composición. De igual modo, para completar su trabajo, ha empleado pequeños barridos verticales y paralelos entre sí de distintos colores. Por el propio trazado, entendemos que empieza a dominar los conceptos de horizontalidad, verticalidad y paralelismo, pues aunque el pequeño no haya recibido ninguna indicación al respecto, dentro de sus experiencias visuales, al estar en contacto con objetos erguidos sobre un suelo horizontal le conducen a que sea capaz de expresar y traspasar a una superficie bidimensional, de manera espontánea, estas sensaciones vivenciadas perceptiva y corporalmente.

Lo indicado nos lleva a entender que los trazados longitudinales tienen una importancia excepcional para los niños de estas edades, ya que como señala Machón (2009, p. 170):

“Además de su singular configuración, suelen ser los primeros de todo el desarrollo en los que pone de manifiesto su creciente dominio del impulso. La función visual, al anticiparse a la acción, comienza a manifestar en ellos su protagonismo y dispone al niño para el inicio de una nueva etapa caracterizada

por el control voluntario del trazado y en la que la mirada, anticipándose al curso de la mano, comienza a producirla”.

Poco a poco estos trazados comienzan a conquistar autonomía y rectitud gracias al control y ruptura del ritmo, consecuencia de la acción de frenado, de modo que aparece la posibilidad de que se realicen más o menos largos. A veces se organizan en agrupamientos sucesivos que pueden ser horizontales, verticales, paralelos y oblicuos, que “además de afirmar las direcciones del espacio, dan lugar a nuevas acciones y conceptos, tales como sucesión, seriación, paralelismo, etc.” (Machón 2009, p.185).

En ocasiones, estas líneas discurren paralelas a los bordes de la hoja, dando lugar a los inicios del rectángulo como forma geométrica que, naciendo con una intencionalidad previa, podemos asociarla con el incipiente pensamiento visual del escolar.

Teniendo en cuenta que el niño tiene que trabajar en una superficie, habitualmente rectangular, podemos distinguir los siguientes tipos de rectas:

Líneas oblicuas o diagonales: tienen un carácter dinámico ya que “introducen en el medio visual la diferencia vital entre formas estáticas y dinámicas” (Arnheim, 1981, p. 213).

Líneas verticales: desde los dos años de edad se realizan con mucha frecuencia, producen divisiones de izquierda y derecha en la lámina. Se las relacionan con los objetos que están en posición vertical y suelen formar parte de los mandalas.

Líneas horizontales: aparecen desde los dos años de edad, aunque no se usan tanto como las verticales y diagonales. Surgen alrededor de los dos años, causando divisiones entre el arriba y el abajo, puesto que han dado lugar a dos espacios separados. Al igual que las anteriores, suelen formar parte de los mandalas, esas configuraciones que el niño crea a partir de los tres años.

Líneas quebradas: inicialmente proceden de los trazados continuos en diente de sierra que son tan habituales en la etapa del garabateo. Posteriormente, en la etapa del comienzo de la figuración se convierten en líneas con identidad formal propia, aplicándose con relativa frecuencia en el trazado de la línea de base, como representación del suelo.

4.2.3. *El círculo y el óvalo*

Los trazados de líneas curvas son típicos de las primeras edades, ya que aparecen cuando se suman los movimientos de flexión y extensión del brazo con otros nuevos de

avance y retroceso, en los que el antebrazo pivota sobre el codo. Algo más tarde, entrará en juego la articulación de la muñeca que, poco a poco, producirá rotaciones de menores dimensiones, dando lugar a los trazados cicloidales, en los que de forma paulatina los extremos de rebotadura, que al principio eran angulosos e incisivos, van perdiendo la agresividad inicial, suavizándose y redondeándose dando lugar a trazados de apariencia más oval.

Son trazados que se ejecutan con mucha frecuencia, sobreviviendo prácticamente durante toda la vida del individuo, aunque cada vez de forma más suave y armónica. Para Lurçat (1980), es interesante observar el sentido con el que el niño lleva sus movimientos rotacionales, puesto que supone conocer si van a surgir dificultades en el momento de la aparición de la escritura, pues el sentido de giro, según coincida con el de las agujas del reloj o del opuesto, definirá más adelante el trazado de las letras curvas. También es de gran interés conocer tanto el sentido de giro como la dirección con la que se realiza para analizar las producciones de los niños diestros y zurdos.

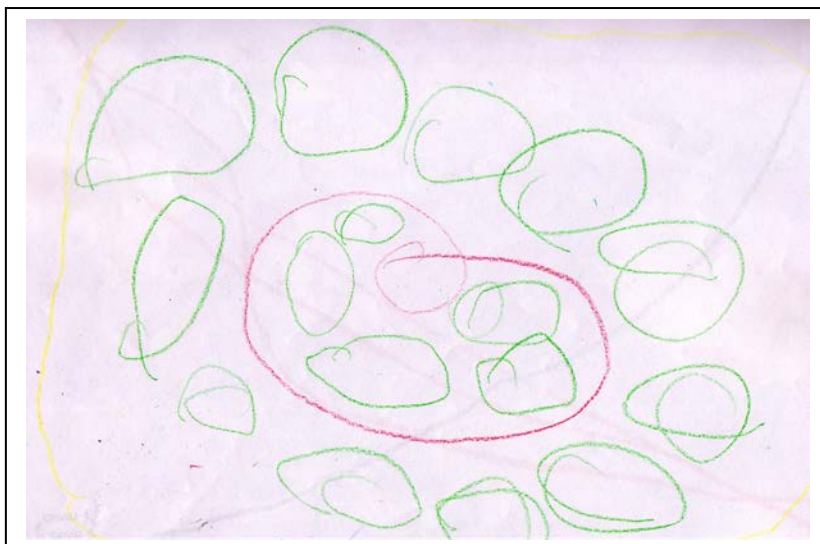
Los garabatos circulares, consecuencia de la mayor coordinación del brazo y antebrazo, van a propiciar que aparezcan “otros nuevos de naturaleza circular producidos por movimientos de rotación en los que el sentido rítmico y el carácter cíclico propios de esta etapa encuentran su máxima expresión” (Machón, 2009, pag156).

Estos grafismos van a ir evolucionando a lo largo de la etapa haciéndose cada vez más lentos, más breves y más independientes unos de otros, llegando finalmente a constituir verdaderas unidades gráficas y de acción.

Matthews (2002, p. 60) completa las aportaciones anteriores añadiendo que “la forma cerrada ofrece potentes posibilidades de representación para los niños, porque estructura el espacio de una nueva manera, separando el interior del exterior”. Más adelante añade que “la forma cerrada se usará para codificar relaciones topológicas, relaciones dentro y fuera, límites, formas cerradas y oquedades. (...) También se usará para codificar tanto las caras de objetos como, de una manera algo distinta, sólidos volumétricos en su totalidad” (Matthews, 2002, p. 61).

Entre los principales elementos circulares, podemos distinguir el círculo y óvalo como formas geométricas básicas, al igual otras formas irregulares curvilíneas. Los primeros, el círculo y óvalo, proceden de los movimientos de rotación que el pequeño ha ido poco a poco mejorando hasta alcanzar la perfección formal en esta etapa. Ambos aparecen entre los dos y los tres años de edad, siendo las formas geométricas más

significativas en estas edades, ya que aporta una nueva modalidad de grafismo, puesto que contiene un cerramiento sobre si mismo. En cuanto a la línea cerrada irregular curvilínea, es considerada como una variante importante de las formas circulares y podemos encontrar una riquísima variedad de ellas.



Curiosa composición realizada por una niña de 3 años y 2 meses. Como puede verse, la pequeña se ha servido de formas circulares cerradas –óvalos y círculos- de color verde rodeados de una forma ovoide aplastada de color rosa. Alrededor de ella, ha vuelto a trazar un grupo de formas ovaladas verdes.

n° 38

En ocasiones, sorprende la capacidad creativa infantil desde sus primeros años. Una muestra de ello, es la lámina 38 realizada por una niña de 3 años y 2 meses. Como puede observarse, la pequeña comenzó realizando un conjunto de formas curvadas cerradas -círculos y óvalos-; posteriormente, acudió a un ovoide aplastado de color rosa para encerrar al conjunto que había realizado previamente. Terminada esa forma ovoide, empezó a trazar otra vez formas ovaladas de color verde alrededor de la grande de color rosado. Entendemos, pues, que la pequeña autora ha asimilado el trazado de los círculos, y la forma similar a este, como es el óvalo. Pero lo más curioso es que ha expresado la idea de composición concéntrica con esas formas generadas. A partir de lo plasmado gráficamente, entendemos que su pensamiento visual ha afianzado la idea de círculo, de concentración de formas y, también, de centro, puesto que ha utilizado el centro geométrico de la lámina para llevar a término esta singular composición

Sobre todo esto, conviene recordar que Rhoda Kellogg (1979, p.284), una de las grandes investigadoras del desarrollo gráfico infantil, señala que el círculo y óvalo “son los diagramas regulares más fáciles de hacer”, ya que suelen tener equilibrio general, aunque están sujetos a deformaciones que no les restan atracción estética. Esta autora relaciona el círculo con otros de los grafismos que el niño realiza tras la etapa del garabateo, como son el rectángulo-cuadrado, el triángulo, la cruz griega, la cruz de San

Andrés y la forma irregular cerrada, ya que las agrupa en lo que ella denomina como diagramas.

Refiriéndose al círculo, Arnheim (1981, pp. 198-199) nos dice que “es el esquema visual más simple, el más sencillo que el niño puede realizar, simétrico en todas sus direcciones, la primera forma organizada que sale de los garabatos más o menos controlados”. Es la unidad formal por excelencia, utilizada por el pequeño desde el primer momento y de forma recurrente. Representa antes y mejor que cualquier otra figura la noción de unidad e individualidad, ya que es la primera forma geométrica diferenciada, por lo que el niño pequeño la emplea en sus dibujos para representar casi cualquier objeto.

De este modo, “el círculo no representa la redondez, sino la cualidad más general de la cosidad, es decir, la compacidad del objeto sólido frente al fondo indeterminado” (Arnheim, 1981, p. 201). Esta noción de “cosidad”, que convive desde los inicios con el sentido de individualidad, es evolutivamente posterior y viene a representar la primera manifestación de la incipiente participación de la función perceptiva visual en el proceso gráfico-representativo. Por otro lado, añade que el círculo es una figura no marcada o neutral, que hace las veces de cualquier forma hasta que se lo opone explícitamente a otras marcadas, como el cuadrado o rectángulo.

Por su parte, Machón (2009, p. 166) señala tres fases sucesivas en la génesis del círculo que vienen determinadas por los progresos realizados por el niño en el ámbito de las tres funciones que participan en el proceso de su realización: “el *dominio pulsional* que, como hemos visto, predomina en los trazados circulares de los que procede; el *desarrollo neuromotor*, del que va a depender su realización material, y, finalmente, el *dominio definitivo de la función visual sobre la acción*, sin cuya participación nunca se consumaría el proceso”.

La mayoría de los autores coinciden con lo señalado por Arno Stern (1969), el cual indica que el gesto creador del niño se ejercita primero con el garabateo, con trazados incontrolados que no siguen una intención verdadera. Después, el gesto se hace más lento y del garabato surge una forma cuando la mano adquiere el control de sus movimientos, por lo que la evolución pasa por una primera fase de formas redondeadas hasta que el círculo se perfecciona. Más tarde, en el comienzo de la figuración, en torno a los tres años, “el círculo y el segmento lineal dibujados aisladamente o reunidos en formas rudimentarias, constituyen el alfabeto rudimentario del niño” (Lurçat, 1984, p. 29), junto a todo el cúmulo de garabatos experimentados en el periodo anterior, que van

a ir progresivamente ampliándose con nuevas formas y figuras, algunas procedentes de la simplificación y perfeccionamiento de los garabatos y otras de sus uniones y combinaciones, hasta que adquieran autonomía como formas.

De este modo, el círculo supone una de las expresiones gráficas más relevantes del ser humano, ya que con él construirá gran parte de las figuras representativas a partir de los cuatro años, cuando comienzan sus trazados figurativos. Así pues, lo utilizará para dibujar en la figura humana la cabeza, ojos, manos, etc., así como para trazar el sol, las flores y en general todos los objetos que presenten redondeces.

4.2.4. *El cuadrado y el rectángulo*

Encontramos sus precedentes en los encuadramientos de la etapa del garabato no controlado, aunque no es hasta los tres años y medio aproximadamente cuando adquieren plena naturaleza formal y se comienzan a plasmar en los trabajos infantiles de manera consciente e intencionada.

Estas formas, que en un primer momento proceden de los primeros círculos y óvalos imperfectos, son de gran importancia, ya que a través de ellas el niño manifiesta el concepto de cerramiento, con significación y diferenciación del espacio interior y exterior. En este sentido, Piaget e Inhelder (1969, p.39) señalan que:

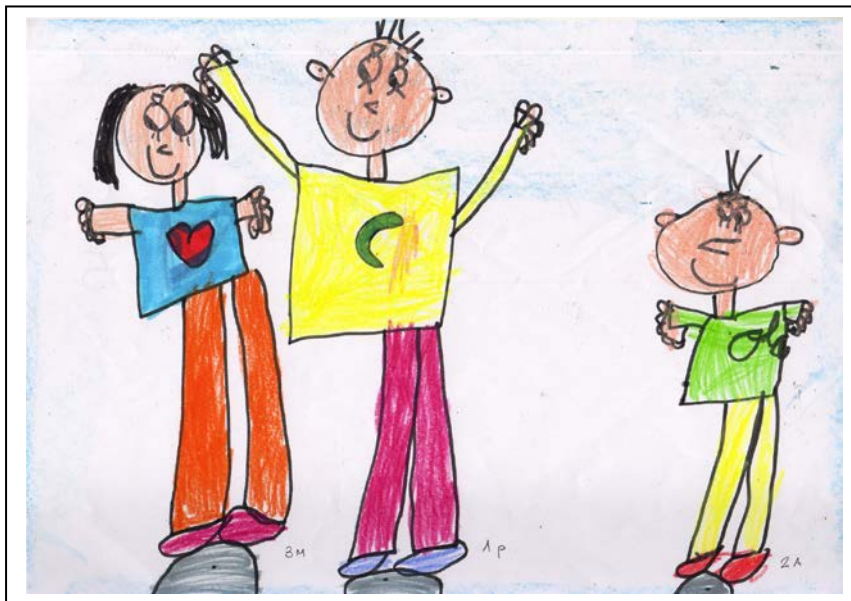
“Las primeras formas geométricas reconocidas por el niño parecen estar caracterizadas no por las cualidades sensibles a la percepción corriente (la rectitud, la curvatura, la angularidad, etc.) sino por aquellas que el análisis abstracto de los matemáticos han revelado ser más primitivas, tales como el cierre, abertura, enlace, etc. (...) son ante todo el cierre y la abertura los que llaman más la atención del sujeto”.

De este modo, la noción de espacio interno representa uno de los primeros conceptos espaciales descubiertos por el pequeño como consecuencia de la operación de cierre y clausura de las formas. Podemos afirmar que, tras el círculo, constituyen las formas cerradas más importantes para los niños, especialmente en la etapa del garabateo. Las construyen a base de rayitas que se cortan en sus bordes, o bien como una deformación lineal del óvalo. Para poder realizarlos, es necesaria la memorización de las cualidades topológicas de manera intuitiva. En este sentido, Lurçat (1980, p. 43) destaca que “al trazado curvo le sucede un rectángulo formado por cuatro segmentos que se cortan con nitidez”.

Hemos de tener en cuenta como hecho relevante que, en estas edades, un cuadrado solo lo será si está descansando sobre uno de sus lados, es decir, cuando el lado inferior

coincide con el eje horizontal; en los casos en los que se presenta el cuadrado apoyado sobre uno de sus vértices, los pequeños se sienten desconcertados, y no logran identificarlo como tal.

En este mismo sentido, Clements (2001), señala que los niños pequeños comienzan formando *shape long* o conceptos de la forma antes de entrar al colegio, identificando, por ejemplo, círculos y cuadrados (squares), o bien, ante un rectángulo dicen que “parece una puerta”. De igual modo, este autor añade que no identifican tan bien los triángulos y rectángulos.



Dibujo de un niño de 5 años, que se encuentra en el comienzo de la figuración. Como puede verse, utiliza el cuadrado que generó espontáneamente en la etapa del garabateo para como forma geométrica que sirve para trazar el tronco de la figura humana. De igual modo, el rectángulo para brazos y piernas.

n° 39

Las formas geométricas elementales, como el cuadrado y el rectángulo, que los niños generan en la etapa del garabateo, cuando pasan a la siguiente, a partir de los cuatro años, las aplican al dibujo de las figuras humanas y los objetos. Esto podemos comprobarlo en la lámina 39, correspondiente a un niño de cinco años. El pequeño ha utilizado perfectos círculos para representar el rostro de los tres miembros de la familia. De igual manera, ha empleado tres cuadrados para la realización del tronco de las figuras, y aunque el de su madre parezca un trapecio o el suyo se asemeje a un rombo, lo cierto es que su intención es la de plasmar cuadrados. La forma rectangular le sirve para los brazos y las piernas.

En este trabajo se manifiesta con claridad cómo en el pensamiento visual de niños y niñas se encuentran las formas geométricas básicas que les sirven para traducir las complejas formas de la naturaleza, y que por medio de un lenguaje gráfico más sencillo son capaces de traducir y representar esas imágenes visuales que tienen archivadas en

sus mentes a imágenes gráficas.

4.2.5. *El triángulo*

La realización de forma intencionada del triángulo es más tardía que la del cuadrado, apareciendo entre los tres y los cuatro años, si bien es cierto que, aproximadamente a los dos años y medio construye una forma cerrada que es el resultado del cruce de tres líneas rectas.

El contacto del niño con formas triangulares no es muy frecuente, ya que son pocos los objetos de la naturaleza y de su entorno cercano los que poseen la característica de triangularidad, pudiéndose afirmar que la mayoría de los contactos con estas figuras se realizan por los juguetes de madera o plástico, en los que se incluyen.

Sáinz (2011) señala que una vez que el pequeño se encuentra en la etapa del comienzo la figuración, utilizará el triángulo principalmente para representar el cuerpo de la figura femenina o para dibujar la parte superior de las fachadas de las casas. También las emplea para dibujar nazarenos, cucuruchos de helados o la nariz en el rostro de las figuras humanas.

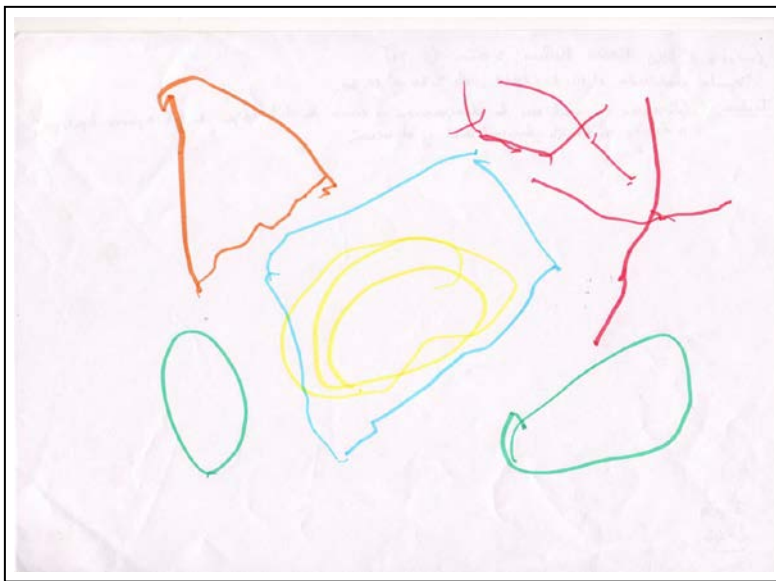
4.2.6. *La cruz*

Aunque aparentemente es un grafismo sencillo, los niños lo realizan relativamente tarde, en torno a los tres años y medio, una vez que ya están metidos de lleno en la etapa del garabateo. La explicación a esta tardanza parece que proviene del hecho de tener que manifestar la verticalidad y horizontalidad trazando dos líneas que se cortan aproximadamente en la mitad, con la dificultad que esto conlleva. Lo anterior supone que deben tener asimiladas las coordenadas que rigen los ejes verticales y horizontales, y también una acción premeditada que implica poseer en la mente los trazos que se van a realizar. Además, tal y como hemos señalado anteriormente, ha de tenerse en cuenta que ambas líneas han de cortarse aproximadamente en la mitad, lo que implica un control mental previo.

La cruz aparece de forma aislada en los primeros dibujos de los más pequeños, pero, a medida que van creciendo, cada vez suele verse con mayor frecuencia sola, para representar el cuerpo o las manos de una persona. También podemos encontrarla como un símbolo religioso, aunque habitualmente aparece como combinación con cuadrados para dibujar las ventanas de las casas, o con círculos u otras cruces y aspas.

4.2.7. *El aspa*

El aspa en la etapa del garabateo nace del cruce ortogonal de dos segmentos inclinados. Surge en torno a los tres años y medio de edad como una variante de la cruz, que ya ha realizado previamente, la cual se ha girado 45 grados. Suele aparecer junto al cuadrado, al círculo o combinada con la cruz, siendo más frecuente la primera, ya que el cuadrado presenta cuatro vértices en sus esquinas, y los pequeños están tentados a trazar líneas rectas siguiendo la diagonal, con lo que se consigue dibujar el aspa.



Conjunto de garabatos, realizado por una niña de 2 años y 9 meses, en forma de diagramas: triángulo, rectángulo, cruz, aspa y óvalos; junto a una espiral de color amarillo en el interior del rectángulo. A cada una de las formas le ha dado un color distinto.

nº 40

En la lámina 40, realizada por una niña de 2 años y 9 meses, vemos un conjunto de diagramas, entre los que se encuentran el triángulo, la cruz y el aspa, las tres formas geométricas elementales que acabamos de estudiar. Junto a ellas, se aprecia un rectángulo azul con una espiral amarilla en su interior. Todas estas formas se encuentran separadas unas de otras, como confirmación de que la pequeña ha interiorizado cada una de ellas con sus propias cualidades geométricas.

Una vez superada la etapa del garabateo, en la que podemos encontrar el aspa con cierta frecuencia, este diagrama no tiene una aplicación tan precisa como la cruz, que solemos ver junto a los cuadrados o círculos, y que aparece, ocasionalmente, en los dibujos de vallas formadas por cuadrados o rectángulos unidos entre sí, con un aspa en el centro de cada uno.

4.3. Elementos no geométricos

Incluimos dentro de este apartado a los barridos, espirales, cicloides, epicicloides y bucles que realizan los niños y niñas en la etapa del garabateo. Lurçat (1980, p. 37) nos indica que “en su origen está la creciente complicación de los movimientos controlados”, ya que estos trazados se hacen posibles por la coordinación de dos movimientos de la articulación del brazo alrededor del hombro.

4.3.1. *El barrido*

En los primeros momentos, el pequeño coge el lápiz con el puño cerrado, y, siguiendo los movimientos de vaivén o la acción de flexión-extensión, logra realizar los denominados barridos, que son líneas continuas en forma de zig-zag con una ligera inclinación, a cuyos bordes llama puntos de rebotadura (Lurçat, 1980).

Esta autora señala que los pequeños los realizan a partir del año y medio, con una o dos manos, en cuyo caso son simétricos, y ligeramente oblicuos; con el paso del tiempo, se van suprimiendo los puntos de rebotadura apareciendo una forma que se parece a una alubia; posteriormente, aparecen las elipses, horizontales o verticales, hasta llegar a los trazados circulares cuando los dos movimientos de rotación del brazo en torno al hombro se presentan coordinados.

Sáinz (2011, p. 83) señala que “estos primeros trazados son reflejo de las limitaciones corporales y motrices de los pequeños” y coincide con Lurçat en señalar que en ellos “se empiezan a apreciar algunos de los rasgos básicos de los esquemas de organización espacial como son la simetría y las direcciones dominantes del espacio topológico”. Destaca, por otro lado, que las inclinaciones de los barridos en los niños diestros y zurdos tienen direcciones y sentidos de giro opuestos, aspecto de gran interés cuando comiencen con la escritura.

En la misma línea de Lurçat, destacamos la aportación de Matthews (2002, p. 56), cuando indica que “el niño aprende a separar y recombinar acciones de dibujo de diversas maneras. De aquí surgen las estructuras de segunda generación, que son las siguientes: rotaciones continuas, líneas con extremos delimitados, desplazamientos en zigzag, líneas continuas y desplazamientos seriados en el tiempo y en el espacio”.

4.3.2. *La espiral*

La mayoría de los autores coinciden en destacar que la espiral es una curva que procede de rotaciones breves que exigen al niño una gran concentración y dominio óculo-motriz, ya

que esta curva se va cerrando paulatinamente por lo que se ejerce un control constante y es necesario que el autor tenga que estar observándola continuamente a medida que se cierra, desde el comienzo hasta su finalización. Como señala Lurçat (1980, p.42), “es la primera curva continua sobre la que el niño ejerce un control de manera permanente”, y en la que los pequeños tienen una clara intencionalidad previa antes de realizarlos, ya que si no lo hiciera, se transformaría en un fragmento de cicloide o se convertiría en una especie de remolino.

Este trazado, que comienza a aparecer entre los dos y los tres años, conjuga simultáneamente el movimiento circular expansivo y el control motriz necesario para conseguir el paralelismo concéntrico. Es uno de los grafismos más apreciados por los propios pequeños debido a su parecido con un caracol, término que suelen utilizar los adultos para referirse a ellos, por lo que las comenzará a dibujar con cierta frecuencia en la etapa en la que los trazados se empiezan a convertir en dibujos.



Dibujo realizado por un niño de 4 años acerca de una carrera de coches. Lo más curioso es que ha utilizado una gran espiral en el centro de la lámina para representar el circuito por el que tienen que correr.

nº 41

Aun siendo la espiral una forma no geométrica, hay niños que son capaces de utilizarla en el comienzo de la figuración como un elemento que representa a un objeto. Es el caso de la lámina 41, realizada por un niño de cuatro años, muy aficionado a las carreras de coches, siguiendo los gustos de su padre. El pequeño, como podemos comprobar, ha empleado una gran espiral en el centro de la lámina para representar el circuito de carreras. A su alrededor, traza unos esquemas de coches. Lo más sorprendente es que une la idea de velocidad de estos automóviles con la de forma cerrada que tienen los circuitos. Su idea visual es, pues, el resultado de la rapidez de los

automóviles con la forma cerrada y zigzagueante de estas pistas, lo que nos hace pensar que las imágenes visuales infantiles no son estrictamente el resultado de la percepción sino que de la integración de distintas sensaciones.

Por otro lado, Sáinz (2011) destaca que son cuatro las posibles espirales que los pequeños pueden realizar dependiendo de que el sentido de giro sea positivo o negativo, y de su ejecución de dentro hacia fuera o de fuera hacia adentro, aunque la mayoría tiende a trazar aquellas que implican cerramiento sobre sí mismas, ya que son dibujadas con mayor facilidad.

4.3.3. *El cicloide*

Cuando a los garabatos circulares el niño le añade un trazado alargado y lineal, obtiene unos garabatos que se van curvando y formando lazos: son los grafismos llamados cicloides. Desde el punto de vista formal, podemos definirlos como “una curva alargada de trazado continuo con giros curvados en el mismo sentido, resultando, finalmente, una forma con ondas cerradas” (Sáinz, 2003, p. 74).

Los cicloides nacen del perfeccionamiento de los trazados de la fase anterior, es decir, del garabato no controlado. Tras el primero que trazan los niños, poco a poco se van diversificando al modificar el sentido del movimiento. Suele aparecer en torno a los dos años y medio en la fase del garabateo controlado, y dado el uso frecuente que hacen de este tipo de grafismo conduce hacia una gran destreza motriz en su realización.

Lurçat (1980) indica que con este tipo de trazados comienzan a entrar en juego la articulación de la muñeca que rota sobre sí misma en conjunción con el movimiento del codo y del hombro, produciendo un movimiento más complejo, ya que hay que añadir el desplazamiento, cuya orientación viene determinada por la visión. En algunas ocasiones, los ejercicios de rotación se repliegan sobre sí mismos dando lugar a un trazado circular envolvente que genera un espacio interior diferenciado de otro exterior, lo cual indica un aumento de la coordinación motora y la afirmación de la función visual.

Para su logro, es necesario que el brazo se especialice en el movimiento que da lugar a la obtención de la dirección izquierda-derecha, para los diestros, y derecha-izquierda, para los zurdos. Por otro lado, la mano en este movimiento da como resultado el sentido de giro, y que según el sentido contrario al de las agujas del reloj será el de los diestros, y el de las agujas del reloj el de los zurdos. En este sentido, Sáinz (2003, p. 75) destaca que “la simetría corporal induce a movimientos simétricos en la parte izquierda del cuerpo con

respecto a la derecha, dando lugar a que los zurdos tengan una dirección y sentido dominantes contrarios a los diestros”

De todos los posibles cicloides que pueden realizar, el más común es el que combina la dirección izquierda-derecha, dirección dominante en la escritura de los adultos, con el sentido de giro contrario a las agujas del reloj. Coincidiendo con lo anteriormente expuesto, para la autora francesa Lurçat (1980), el nacimiento del cicloide alargado, al igual que ocurre con otros trazados circulares, tiene un gran interés pedagógico, ya que es la curva más elemental en la que se inscribe la escritura, siendo uno de los ejercicios preparatorios para ella, constituyendo el entrenamiento para las producciones posteriores, tanto dibujos como escritura (Racionero, 2011).

A medida que transcurre la etapa, la velocidad de ejecución de estos trazados va decreciendo progresivamente, ganando en control; los lazos se van haciendo más breves y se reduce la dimensión de los grafismos. Poco a poco desaparecen las superposiciones y los trazos se separan unos de otros. Más tarde, se podrán realizar en la doble dirección de derecha a izquierda, y en el doble sentido positivo o negativo, aspecto a tener en cuenta por la preferencia que los niños zurdos o diestros tienen para trazar en uno u otro. De este modo, podemos distinguir cuatro cicloides, aunque realmente son dos los que quedan representados: en uno de ellos, los lazos miran hacia la parte superior como las olas del mar, y en el otro, lo hacen hacia abajo.

4.3.4. *El epicicloide*

Entre los dos años y medio y los tres, aparecen unos nuevos y sorprendentes trazados creados por los niños como derivación de los cicloides. Se podrían describir como cicloides que describen un círculo que se va cerrando, y que se producen por dos rotaciones conjuntas: la de la mano alrededor de la muñeca (que origina la curvatura de cada lazo) y la de la rotación del brazo alrededor del hombro (lo que da lugar a un movimiento circular que se cierra sobre sí mismo).

Podemos decir que “el epicicloide es un cicloide descrito en un círculo” (Lurçat, 1980, p. 42), una figura que se va cerrando en forma circular sobre sí misma como resultado de un doble movimiento circular, producto del proceso de maduración motriz de la palanca formada por el brazo y la mano. Como señala Sáinz (2003, p. 75) este grafismo surge “de la coordinación de dos movimientos: el de la mano alrededor de la muñeca, que da el sentido de rotación, y el del brazo sobre el hombro, que produce la dirección rectilínea”.

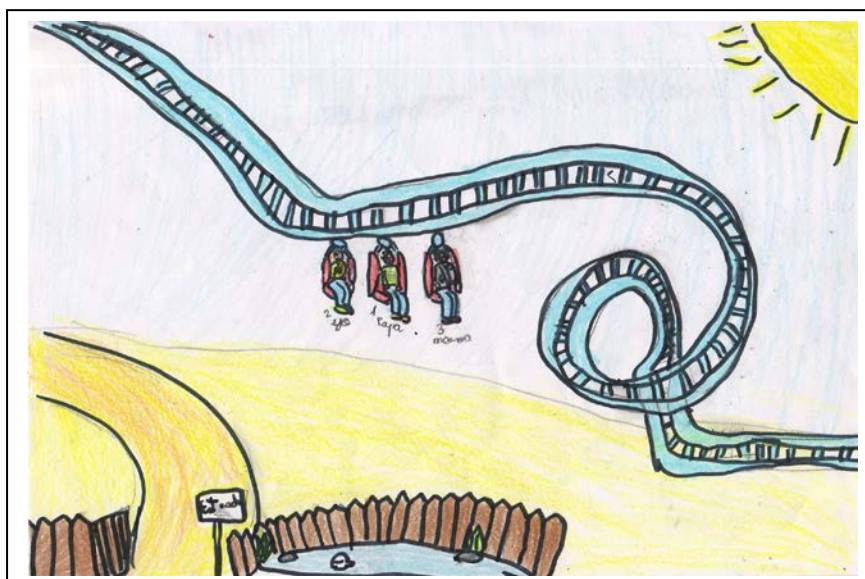
Del mismo modo que el cicloide, dependiendo de la dirección y sentido del giro podremos encontrar dos soluciones: la primera, llamada por Lurçat (1980) hipocicloide, en la que los lazos quedan hacia fuera de la curvatura general y, una segunda, en la que los lazos quedarían hacia adentro de la curvatura, como si estuviesen encerrados en una forma curvada, denominado como epicicloide.

A ser una forma compleja, es difícil encontrar esta figura en su totalidad, siendo lo más frecuente que lo empleen los pequeños en el inicio de la figuración para trazar el pelo de las personas, los árboles, el humo o las nubes.

4.3.5. *El bucle*

En el proceso de avance de la maduración motriz del brazo, llegará un momento en el que a los movimientos de vaivén alrededor del codo se unirá el de rotación del hombro y, por último, la flexión de la muñeca, lo que implica una maduración motriz de la mano necesaria para el avance en la obtención de garabatos más complejos, con lo que se logrará completar los movimientos básicos del brazo.

Como consecuencia de ello, aparece un nuevo garabato denominado bucle, que “es una línea curva en la que existe un cambio de rotación o giro del sentido del trazado que se está realizando con el brazo” (Sáinz, 2006, p. 75). Para realizar estos grafismos, es necesario que exista un cambio de rotación o giro del sentido del trazado que se está realizando con la mano, aunque el niño carece de un verdadero control previo a la hora de realizarlos. Este autor coincide con Lurçat (1980) en señalar que los bucles aparecen aproximadamente a los dos años de edad debido al movimiento de flexión de la muñeca, a la rotación de la mano en torno a la muñeca.



Dibujo realizado por un niño de 9 años en el que representa una montaña rusa en la que se divierten tres personas. Aunque el autor se encuentra en la etapa esquemática, llama la atención el uso de un gran bucle para la montaña metálica.

n° 42

Aunque nace de manera espontánea en el desarrollo gráfico infantil, es posible, a partir de su aparición, proporcionar a los pequeños ejercicios gráfico-motores que refuercen y afiancen el descubrimiento, por lo que podemos hallarlos de forma aislada o dentro de un trazado circular continuo. Es uno de los garabatos más frecuentes en las producciones de los pequeños hasta los tres años, y a partir de esta edad se convierten en lazos, resultado de la unión de dos bucles de sentido contrario. Lurçat (1980) los llamó híbridos por conjugarse en ellos dos sentidos de movimiento.

Como expresión de los bucles en etapas posteriores de corte figurativo, traemos el dibujo 42 de un niño de 9 años. Es la traslación de los bucles como formas no geométricas que realizan los niños en la etapa del garabateo. En este caso, el autor ha acudido a la realización de un gran bucle, en el que se aprecia el cambio de sentido de la montaña rusa, como exteriorización del movimiento acelerado y cambiante al que se someten los participantes de este tipo de atracción. Se articulan, pues, las experiencias visuales y las kinestésicas como manifestación del pensamiento visual del autor.

4.4. Unión de elementos

Matthews (2002, p. 106) indica que “entre los dos y los tres años de edad, los niños empiezan a combinar diferentes acciones del dibujo para realizar formas más complejas. Algunas combinaciones son el resultado de asociar, e incluso unir, estructuras de dibujo que al principio fueron descubiertas y realizadas por separado”.

Varios autores, entre los que se encuentran Kellogg (1979) o Sáinz (2003, 2006, 2011) llaman agregados a esta unión de varias formas simples en otras más complejas, al añadirse o sumarse gráficamente unos diagramas con otros. Es de destacar que “los niños nunca se cansan de hacerlos. Lo que impide que los agregados se conviertan en un revoltijo de formas es el gusto infantil, al parecer innato por el equilibrio y la regularidad” (Kellogg, 1979, p.64).

Sáinz (2003, p.78) señala que "la importancia de los agregados se pone de manifiesto en la etapa del comienzo de la figuración, cuando el niño utiliza el recurso a la adición en la construcción de sus figuras", indicando que el niño percibe y recuerda estructuras lineales equilibradas con mayor facilidad que los demás tipos de estructuras, siendo la regularidad y las formas simétricas los modos que predominan en la organización final.

Las configuraciones son otras de las formas que surgen como resultado de la adición de los distintos trazados. Son varios los autores quienes las sitúan en un grupo separado de las estructuras debido a que, como señala Sáinz (2006, p. 83) presentan diferencias puesto que "son configuraciones acabadas, con valor gráfico en sí mismas, sin que en la etapa del garabateo se tracen unidas a otras formas para obtener configuraciones más complejas". Entre ellas podemos encontrar los mandalas, los soles y los radiales.

4.4.1. *El sol*

Los soles son configuraciones que parten de un círculo cuyo perímetro se encuentra cortado por varias líneas sin que se crucen en el centro. El sol es una configuración bastante simple y muy frecuente en los dibujos de los niños a partir de los dos años y medio o tres, aproximadamente, cuando ya han trazado formas o garabatos complejos contruidos con tres o más diagramas o figuras.

En estas primeras edades los realizan sin que exista ninguna intención representativa. Sáinz (2011, p. 94) señala que “la realización algo tardía de los soles se debe a que provienen de la evolución y madurez del trazado de los garabatos; no es, pues, el resultado de la observación o copia, como se puede estar tentado a creer”. Será en la etapa siguiente, en el comienzo de la figuración, cuando el niño utilizará los soles que ha creado durante el periodo del garabateo para representar diversos elementos como flores, manos, etc. y naturalmente al propio astro Sol, normalmente, con rasgos animistas.

La forma del sol es la de un círculo cuyo contorno es cortado por rayitas, o bordeado por distintos trazados como pueden ser las presillas, epicicloides, dientes de sierra, etc. Su aplicación es muy amplia en las etapas posteriores, y “parece que el mandala y el sol

suministran el estímulo para los primeros dibujos infantiles de la figura humana” (Kellogg 1979, p.89). Más adelante, como se ha apuntado, son usados para trazar el astro Sol, las manos y los pies de los personajes, las flores, etc.

4.4.2. *El mandala*

El mandala es una configuración resultado de la división de círculos o cuadrados concéntricos en partes o cuadrantes al ser cortados por cruces o aspas, o la unión de ambas. La palabra la empleó por primera vez Rhoda Kellogg (1979, p.76) para referirse a una figura, proveniente de las religiones orientales, que posee varias estructuras resultado de la construcción de organizaciones lineales concéntricas: “los mandalas hechos por los niños son combinaciones formadas por un círculo o un cuadrado divididos en cuadrantes por una cruz griega o de San Andrés, o bien agregados formados por un círculo o un cuadrado divididos en octavos por la conjunción de ambas cruces. Los círculos o cuadrados concéntricos son igualmente mandalas”.

Para esta autora, resultan tan atractivos para los niños, y también para los adultos, por su equilibrio de conjunto, por lo que constituyen un eslabón fundamental en la evolución progresiva que conduce del trabajo abstracto a la pintura figurativa, ya que los pequeños, a partir de ellos, acceden a los soles y luego a las figuras humanas.

4.4.3. *La combinación*

Denominamos diagramas (Kellogg, 1979) a las estructuras aisladas, óvalo y círculo, rectángulo y cuadrado, triángulo, cruz, aspa y forma irregular cerrada, con una figura definida y delineada, que constituyen las primeras figuras geométricas trazadas por los pequeños. En los dibujos de los niños, estas formas suelen aparecer combinadas con otros grafismos o con otros diagramas, y muy pocas veces de forma aislada.

Cuando se unen dos diagramas se obtienen las combinaciones, que serán de uso muy frecuente en el comienzo de la figuración. Para Kellogg (1979), algunas serán muy habituales, mientras que otras son muy raras o prácticamente inexistentes en los trazados de los pequeños. Esta autora añade que el número posible de ellas es muy alto, pues la unión puede producirse por adición de una de ellas pegada a la otra o por la inclusión en su interior. Dentro de esta segunda modalidad hay algunas muy frecuentes como pueden ser la unión del cuadrado con la cruz en su interior, que en el futuro servirá para representar la ventana de la casa, la del cuadrado y el aspa, posterior símbolo de la carta, o la del círculo y la cruz. Kellogg (1979, p. 63) señala como una categoría los “intentos

de combinación”, cuando el niño ha unido dos figuras pero una de ellas no es un diagrama definido, lo que “indica que el niño está experimentando la unión de dos figuras”.

Por tanto, las combinaciones surgen como resultado de la adición de los distintos trazados. Una vez que el pequeño ha realizado muchas combinaciones, comenzará a construir trazados en los que unirá tres o más diagramas, lo cual dará lugar a la realización de formas cada vez más complejas, denominadas por distintos autores, como Kellogg (1979) y Sáinz (2003), con el nombre de agregados, grafismos que constituyen el grueso del arte infantil entre los tres y cuatro años.

4.5. Las cualidades geométricas

4.5.1. Horizontalidad y verticalidad

Para Sáinz (2011, p. 131) “la relación que marcan los ejes horizontal y vertical se adquiere pronto debido a la propia experiencia humana de estar erguidos verticalmente sobre el suelo y al propio sentido innato del equilibrio que posee toda persona”. De este modo, el borde inferior de la lámina y la alineación de las figuras nos remiten a la idea de horizontalidad y del suelo sobre el que se apoyan esas figuras. Esta relación se consolida en el arte infantil con la aparición a los 5 o 6 años de la denominada *línea de base* (Lowenfeld y Brittain, 1972), que representa un suelo o un apoyo de las figuras y objetos. En algunos casos, el borde inferior de la lámina cumple las mismas funciones que las de la línea de base, es decir, la de servir de soporte sobre el que se apoyan los elementos sólidos dibujados.

En la dirección del eje vertical, se muestran los elementos erguidos, caso de las personas, los árboles, etc. Además mediante ella se expresan “el ascenso y el descenso como movimientos que tienen los elementos que suben hacia arriba -globos, cometas, humo, etc.- o los que caen hacia el suelo -lluvia, objetos arrojados, etc.-” (Sáinz, 2006, p.116).

Por su parte, Arno Stern (1969, p. 52) nos dice que “a partir del momento en que aparecen las tradicionales bandas para representar al cielo y a la tierra, que figuran en la parte superior e inferior de la hoja, el objeto ha llegado por su parte a la posición erecta”, adquiriendo una “existencia al mismo tiempo horizontal y vertical”. Lurçat (1980, p. 53) añade que “el entrecruzamiento de líneas verticales y horizontales permite la aparición de la cruz e incluso de una cuadrícula por doble paralelismo”.

4.5.2. Paralelismo

La idea intuitiva de paralelismo nace tempranamente en las producciones gráficas de los niños, cuando plasman formas alargadas en sus trabajos de manera que corren a la misma distancia unas de las otras.



Conjunto de garabatos realizado por un niño de 3 años y 4 meses. Como puede apreciarse, ha trazado un conjunto de líneas continuas quebradas, en forma de diente de sierra, de distintos colores, siendo paralelas entre sí y con los bordes superior e inferior de la lámina.

n° 43

Esto puede comprobarse en la lámina 43, realizada por un niño, de 3 años y 4 meses, que se encontraba en la etapa del garabateo. Comenzó trazando en la parte superior una línea roja continua en forma de diente de sierra, de forma que iba de la izquierda hacia la derecha. Posteriormente, y con un lápiz azul, ejecutó un trazado similar debajo del anterior, manteniendo un cierto paralelismo entre estas dos formas no geométricas. La operación la continuó con otras tres líneas en diente de sierra. De manera intuitiva, el pequeño autor ha plasmado su concepto de paralelismo al haberlo realizado con esas líneas quebradas con las cuales ha llenado la lámina.

Conviene diferenciar el concepto visual del paralelismo que se adquiere tempranamente del concepto matemático, dado que este último es una noción difícil de adquirir por la infinitud de la línea recta. Los niños pequeños no tienen capacidad de entender el carácter infinito de la recta, puesto que, como señala Piaget (1964), en ellos no cabe la consideración de entidades tan abstractas como la infinitud, puesto que la capacidad lógica de estas edades está muy pegada a la relación con la realidad material y poco preparada para la abstracción.

Este mismo autor destaca que la carencia que presentan para establecer unas relaciones de orden de los objetos en las tres dimensiones “determina que los niños más

pequeños no sean capaces de trazar una línea recta ni una serie de paralelas, ni de juzgar la inclinación de ángulos” (Holloway, 1982, p. 89).

Para Lurçat (1980, p. 53), “las realizaciones basadas en el paralelismo aparecen frecuentemente entre los cuatro años y los cuatro años y cinco meses”, inspirándose en objetos de fácil esquematización.

4.5.3. *Simetría*

La simetría aparece muy pronto en el trabajo de los pequeños, y, aunque no tienen un conocimiento teórico de lo que significa, la aplican en el trazado del cuerpo en aquellas partes que se componen de dos elementos: ojos, brazos, piernas, etc. Como señala Lurçat (1980, p. 73), en “los dibujos de la figura humana, la decoración, el relleno, la simetría, juegan un papel importante, lo mismo que la repetición”.

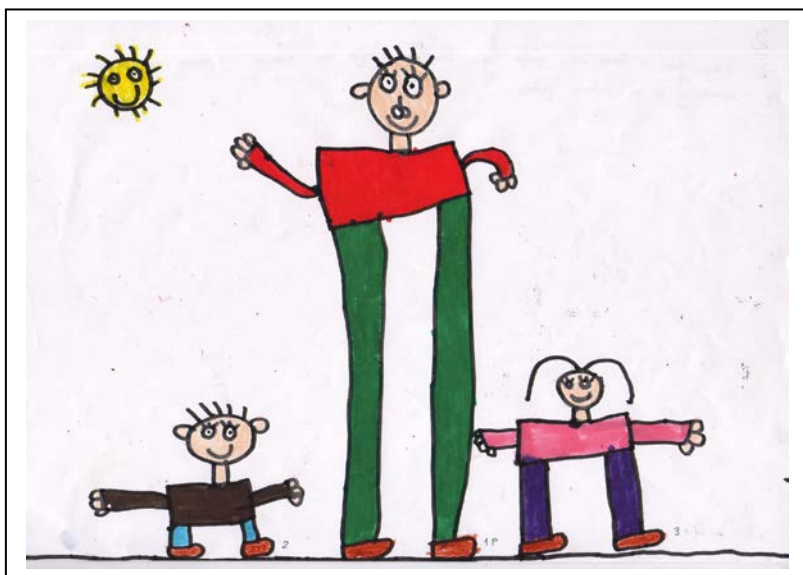
Según Sáinz (2011, p.122), “la simetría es una de las características configuradoras que existen en la naturaleza, y que, sin habérsela explicado al niño, éste la asume plenamente expresándola de una manera inequívoca”. Para este autor, la simetría corporal, muy fuertemente asimilada por el niño, es la que le impulsa a trazar las figuras humanas de frente para que se puedan observar sus partes simétricas, por lo que aparecen normalmente en posición estática y rígida. Cuando los pequeños quieren representar el perfil, recurren a ciertas modificaciones parciales, lo que puede provocar deformación en el trazado de la figura, que poco a poco irán resolviendo, hasta alcanzar la madurez en la última etapa de realismo visual.

Para Alsina (1989, p. 74) “la idea de simetría o regularidad de una figura plana es bastante intuitiva y está ligada a la idea dinámica de descubrir cómo se genera la totalidad de la figura al aplicar transformaciones adecuadas a un trocito de la misma”.

4.5.4. *Perpendicularidad*

Sobre esta cualidad geométrica, Martínez (1989, p. 71) señala que “el ángulo recto aparece así como un tipo particular de ángulo y ligado a él aparece la noción de perpendicularidad”. Para Sáinz (2011, p. 123), una vez que los pequeños han asimilado los ejes virtuales del formato, paralelos a los márgenes o bordes, siendo el horizontal el que representa al suelo o superficie de apoyo y el vertical el utilizado para los objetos sometidos al equilibrio gravitatorio, “el niño traza sus figuras con el concepto de la verticalidad referida a estos ejes”.

En relación a esta verticalidad, Sáinz (2011) destaca que es otro de los rasgos significativos en el dibujo del cuerpo humano, y aunque a los cuatro años aparecen las figuras en diferentes direcciones, pronto podrá verse su deseo de manifestar que los individuos se encuentran de pie sobre el plano horizontal que es el suelo, representado mediante un trazado explícito o tomando el borde del folio como base o línea de suelo.



Dibujo realizado por un niño de 4 años, que ha superado la etapa del garabateo. Como puede verse, una de las características que plasma es su noción de simetría del cuerpo humano, así como la de perpendicularidad, al trazar la línea de base en la que se apoyan las figuras.

n° 44

La idea de simetría y de perpendicularidad están expresadas con claridad en este dibujo de un niño de 4 años. Como puede comprobarse, los rostros presentan el concepto de simetría, ya que al dibujar, por ejemplo, un brazo extendido, también lo hace con el otro; si realiza una oreja, también lo hace con la otra, etc. Por otro lado, la perpendicularidad se manifiesta a través de la verticalidad de las figuras sobre la línea de base, que corre horizontalmente de izquierda a derecha de la lámina.

4.5.5. Tridimensionalidad

La representación en el plano de la tridimensionalidad solo se puede realizar de manera indirecta, traduciendo el espacio material a posiciones bidimensionales o distorsionando tamaños, formas, distancias y ángulos espaciales.

Numerosos autores, entre ellos Lurçat (1980, p. 49), coinciden en señalar la gran dificultad que presenta la tercera dimensión, “problema planteado por la profundidad y escalonamiento de planos sucesivos”, aunque gracias a la práctica gráfica, que dura varios años y coincide con la escolaridad, el niño acumula un cierto número de conocimientos empíricos y llega a dibujar especialmente formas, a reproducir modelos, “descubriendo intuitivamente ciertas propiedades espaciales del espacio gráfico. Luego

organizando estas formas entre sí, llega igualmente a trasladar al espacio gráfico ciertas relaciones entre los objetos que existen en el espacio en tres dimensiones” (Lurçat, 1980, p. 117).

Arnheim (1981, p.125) señala que “ninguna proyección bidimensional puede reproducir las formas de un objeto tridimensional”, y añade que es necesario la observación de un objeto tridimensional desde innumerables ángulos para obtener el concepto visual de ese objeto, teniendo en cuenta que algunas partes del objeto se aprecian mejor desde cierto ángulo, y otras desde otro.

Si lo que se pretende es formar imágenes sobre una superficie plana, a lo único que se puede aspirar es a hacer “una traducción, esto es, a presentar algunos elementos estructurales esenciales del concepto visual mediante medios bidimensionales” (Arnheim, 1981, p.127), teniendo que decidir qué punto de visión escogemos para cada finalidad concreta. A la hora de representar figuras u objetos tridimensionales en el plano bidimensional son posibles distintas soluciones o métodos, y se utilizarán aquellos que responden mejor a la finalidad pictórica, aunque todos tendrán sus ventajas e inconvenientes.

Al observar cualquier objeto tridimensional, la persona que lo mira desde todos los lados y se forma una imagen completa a partir de la suma total de las impresiones parciales y, al representarlo, es inevitable seleccionar algunos aspectos en detrimento de otros, pudiéndose combinar, por ejemplo en las representaciones de los pequeños o en el arte cubista, la “vista lateral y vista aérea formando un esquema simétrico (que) expresa la integridad sólida de una realidad segura” (Arnheim, 1981, p. 153).

Nuere (en Belver, Acaso y Merodio, 2005, p.275), señala que “en el dibujo, una de las principales finalidades es representar, sobre un soporte bidimensional, los objetos tridimensionales. La reducción del espacio al plano se consigue proyectando el objeto, desde un punto propio o impropio, sobre el plano del soporte o papel”.

Entre los cuerpos geométricos sólidos, el cubo es el volumen más sencillo y que mejor expresa la tridimensionalidad. A partir de él, el niño realiza el dibujo de la casa y la mesa, así como los objetos reales que más se acercan a esta característica geométrica en volumen. Tanto la mesa como la casa forman parte integrante de los dibujos infantiles desde el comienzo de la figuración, naciendo esta última de una representación bidimensional formada por el cuadrado de la fachada, recorriendo un largo camino hasta alcanzar la tridimensionalidad. A partir de aquí, introduce la perspectiva en aquellos elementos que se asemejan a un paralelepípedo.

4.5.6. *El espacio*

Superado el primer año de vida, el pequeño va a ir tomando poco a poco conciencia de espacio gráfico en cuanto soporte de una acción, llegando a reconocer la organización de los grafismos entre sí y la de estos con la superficie del papel. En este sentido, Sáinz (2006, p. 114) nos dice que “el niño se encuentra con una superficie o espacio topológico que poseen unos bordes que configuran, en primer lugar, un entorno o superficie en los que puede distribuir sus figuras, y, posteriormente, un encuadre, a través del cual se muestra una escena”.

La noción de espacio gráfico surge en la etapa del garabato controlado, en la que tiene lugar la aparición del primer orden espacial. Sobre ello, señala Machón (2009, p. 191) que “aunque los trazados dependen aún del imperio de los impulsos, el niño comienza a reconocer el orden gráfico, al tiempo que descubre un primer orden espacial cuyos límites comienza a respetar esforzándose por no rebasarlos”. A partir de este momento, parece que los pequeños se sienten molestos cuando sus trazados se salen de los límites de la hoja y continúan por la superficie contigua, llegando a hacer comentarios de desaprobación o a intentar borrarlos con los dedos. Este interés por mantenerse dentro del papel constituye el primer indicio de control de sus trazados.

Otro de los cambios importantes que se producen en esta etapa del garabato controlado es que el niño descubre que la acción, los trazados y el espacio constituyen dominios separados y aparece la conciencia de la interrelación e interdependencia entre ellos. El progresivo control de los garabatos capacita al pequeño para orientar o dirigir su dibujo, que deja de depender de los impulsos instintivos; además, descubre que las formas poseen y ocupan espacios propios y que él es capaz de operar sobre ese espacio, realizando operaciones como la de cierre o clausura, lo que le permite delimitar áreas y crear las primeras formas cerradas, las primeras unidades gráficas de todo el desarrollo.

Desde los cuatro hasta los seis años, aproximadamente, observamos en los pequeños una tendencia intuitiva y natural hacia la composición, donde destacan la equilibrada disposición de las formas, la simetría o la fuerza de su colorido, gracias a los cuales se consigue una gran belleza y expresividad, y donde “el espacio gráfico se convierte así en un espacio estético donde el niño, con absoluta libertad y ajeno a toda determinación representativa, expresa las herméticas y personales significaciones afines a su sensibilidad y acordes con su intelecto” (Machón, 2009, p. 344). Hay que recordar que, frente a las diversas dificultades que los pequeños encuentran a la hora de establecer las

relaciones de profundidad (cerca-lejos), o la superposición visual de figuras, buscarán soluciones de tipo personal, aportando innovaciones creadas por ellos mismos en función de su nivel de desarrollo evolutivo.

Durante esta etapa del comienzo de la figuración, se producirán cambios muy importantes en la noción del espacio que van a transformar los dibujos de los niños, ampliando al mismo tiempo sus posibilidades representativas. En este sentido, Lurçat (1984, p. 70) señala que no consideran el espacio gráfico únicamente como continente de la forma, “sino que intenta proyectar en ella la orientación del objeto tal como existe en el espacio ambiente, sea vertical u horizontal...El niño logra ya dar puntos de referencia de más alto y más bajo, y presenta las relaciones de delante y detrás, sin llegar no obstante a los inicios de la perspectiva”.

Esta misma autora añade que “los dibujos al principio son flotantes; la transposición de las actitudes de las figuras (de pie, acostado, inclinado), la adquisición de nociones tales como delante, detrás, dentro...aparecen posteriormente” (Lurçat, 1984, p. 49). Además, en estas edades, los pequeños no han establecido aún las relaciones de dependencia entre las nociones de espacio y tiempo, representando en un mismo dibujo secuencias temporales distintas.

Los principales autores destacan la importancia que tiene en el dibujo de los niños la representación del “espacio frontal o alzado”, cuya característica principal es la aparición de un plano vertical, que al apoyarse sobre el plano horizontal o plano de tierra da lugar a los dos cuadrantes espaciales. Como señala Arnheim (1979, p. 209) “nuestra concepción del espacio descansa sobre un armazón vertical y horizontal; esta relación se establece primero dentro de las unidades aisladas para posteriormente, aplicarse al espacio total de la representación”.

De esta manera, a las imágenes de las etapas anteriores que aparecían tumbadas, ahora les suceden otras ya situadas en el plano vertical como si se irguiesen desde el suelo, que empieza a representarse por una línea horizontal que atraviesa el dibujo de lado a lado, también llamada “línea de base”. Desde este momento, las figuras adoptan una orientación estable en la que predomina la verticalidad, y donde las distancias pueden representarse en el sentido transversal, derecha-izquierda, en el vertical, arriba-abajo, y donde la zona más baja se considera como la más cercana al borde inferior del papel y la más alta se corresponde con el borde superior del papel, el cielo.

Para algunos autores como Lowenfeld, la línea de base constituye el esquema básico del espacio, que no es un símbolo rígido, sino que puede experimentar modificaciones,

llegar a desaparecer o incluso puede ser sustituida por otra fórmula que esté más de acuerdo con las necesidades expresivas del niño. Con respecto a su origen, no existe consenso entre los distintos autores: para algunos, como Lowenfeld y Brittain (1972, p. 176), “la línea de base es universal y forma parte del desarrollo del dibujo infantil como algo natural, que utilizan los niños para simbolizar la base sobre la que se hallan las cosas, o para caracterizar la superficie del paisaje, tratándose de un símbolo espacial del dibujo”; por el contrario, Arheim (1979) critica la concepción simbólica anterior, dando más importancia a la experiencia perceptiva.

4.6. Elementos geométricos figurativos

4.6.1. Los inicios de la figuración

Antes de alcanzar los cuatro años, encontramos una nueva actitud ante los trazados que realiza el niño, ya que comienza a dar nombre a sus producciones. Se produce, por tanto, un hecho relevante en su mundo gráfico y cognitivo, puesto que empieza a unir dos formas de expresión muy significativas en el desarrollo humano como son la gráfica y la verbal, pasando de un pensamiento kinestésico o motor a otro de tipo visual, en el sentido de que las imágenes comienzan a formar parte del pensamiento y de la memoria para poder ser utilizadas.

Entre los dos y los tres años, “hay que advertir que el niño adjudica un nombre a sus grafías una vez que las ha realizado y sin que exista ningún tipo de semejanza entre el garabato y el objeto nombrado. Se establece así una mera asociación sin intención figurativa. Es el trazado, pues, el que justifica al objeto(s) evocado y no al contrario”. (Martínez y Gutiérrez, 1998, p. 34).

La mayoría de los autores clásicos del dibujo infantil se refieren en sus escritos a esta fase en la que los pequeños, al mismo tiempo que dibujan, hacen comentarios acerca de sus producciones uniendo sus trazados con el lenguaje, siendo lo más relevante de esta etapa la unión entre lo perceptivo y lo verbal, como articulación necesaria para que aparezcan los dibujos como verdaderos signos gráficos de comunicación visual. Es importante, pues, que se respete y espere el momento en el que el pequeño decide, de manera espontánea, poner nombre a sus trazados, considerando la transición necesaria por la que hay que pasar para que consigan realizar verdaderos dibujos.

Conviene destacar la importancia de los agregados, o conjuntos de formas o garabatos complejos contruidos con tres o más diagramas, que el niño empieza a realizar aproximadamente, a partir de los tres años. Nos encontramos en la etapa del *comienzo de*

la figuración, en torno a los cuatro años, “cuando el niño utiliza el recurso de la adición en la construcción de sus figuras -personas, casas, árboles, animales, etc.-, puesto que, como veremos más adelante, comenzará dibujando las figuras de manera similar a la que lleva a cabo en la propia elaboración de los agregados, es decir, a través de la adición de formas” (Sáinz 2011, p.91).

Dado que los resultados pueden ser impredecibles, el factor equilibrio será fundamental desde el punto de vista del desarrollo psicomotor, como se puede comprobar en sus trabajos gráficos. Por otro lado, conviene indicar que el niño percibe y recuerda estructuras lineales equilibradas con mayor facilidad que los demás tipos de estructuras, y, dentro del factor equilibrio, la regularidad y las formas simétricas son los modos que predominan en la organización final.

Es el momento en que el niño utiliza los agregados como modo de elaboración de los primeros dibujos. Los psicólogos de la forma afirman que en toda mente humana existe un orden visual primario, independientemente del orden racional, del desarrollo del lenguaje y de los estados emocionales, y que se expresa a partir de formas organizadas o estructuras llamadas *gestalts*.

4.6.2. *La figura humana*

Sin duda, el tema predilecto en esta etapa del comienzo de la figuración es la figura humana, lo cual puede entenderse fácilmente puesto que para el niño, su familia, sus maestros, sus amigos y compañeros del colegio, o él mismo, forman parte fundamental de su mundo visual y afectivo, por lo que es normal que destaquen con gran significación los dibujos de distintos personajes.

Sáinz (2003, 2006, 2011) señala que el comienzo de la figuración no es una ruptura con los planteamientos de la etapa precedente, puesto que se utilizan ciertas configuraciones afianzadas en el repertorio gráfico infantil para representar las figuras y los objetos del mundo visible. Esto supone que la construcción de la figura humana se realice con rayitas, círculos, cuadrados, óvalos, soles, etc., en la elaboración de las distintas partes del cuerpo, lo que conduce a unas figuras, inicialmente, muy simples denominadas por diferentes autores como *renacuajos*, para, más tarde, ir evolucionando hacia las formas de tipo de muñeco.



Dibujo de la familia realizada por una niña de 5 años.

Dentro de la escena, en la que aparecen cuatro figuras humanas, encontramos distintas formas geométricas: círculo, cuadrado, triángulo, rectángulo, óvalo, etc., que procedentes del garabateo las utiliza en la figuración.

n° 45

Así, por ejemplo, en la lámina 45 vemos un conjunto de figuras humanas, al lado de una casa, en el que encontramos para su realización las formas geométricas básicas que, naciendo en la etapa del garabateo, niños y niñas las utilizan en sus representaciones gráficas. De este modo, aparecen círculos, óvalos, cuadrados, rectángulos, triángulos, cruces, aspas, etc., junto a las relaciones geométricas, como pueden ser la verticalidad, la horizontalidad, el paralelismo o la inclinación.

Y es que la pequeña autora de cinco años se ha valido de un repertorio de formas geométricas para poder expresar sus modelos internos (Luquet, 1978) o sus conceptos representacionales (Arnheim, 1981, 1998).

Para Kellogg (1979), estos esquemas tan sencillos que el niño traza de la persona no debe llevarnos a la conclusión de que tiene un concepto visual muy simple de ella, ya que a la edad de cuatro o cinco años conoce de su cuerpo más de lo que representa; lo que sucede es que las figuras humanas son composiciones derivadas de trabajos anteriores, y no se basan esencialmente en la observación de los objetos y personas del entorno. Este aspecto puede comprobarse fácilmente si se les pide a los pequeños que nos describan y señalen las partes del cuerpo que conocen.

De todos modos, hay que entender que su comprensión no es la misma que la que posee un adulto, por lo que esa descripción estará cargada de valoraciones subjetivas. Esto queda reflejado en el modo de dibujar del cuerpo humano por adición, que es un reflejo tanto de la continuidad de la manera de trabajar el dibujo procedente de la etapa del garabateo como de la mayor importancia que le concede a unas partes del cuerpo sobre otras.

Uno de los aspectos más destacados en esta etapa es la continua evolución de la figura humana: al principio, el niño comienza a trazar los primeros renacuajos, a los que irá añadiendo por adición los diferentes miembros del cuerpo, hasta que a la edad de seis años realiza una figura sencilla en forma de muñeco, en el que pueden observarse las distintas partes del cuerpo humano.

La figura humana para Kellogg

Para Rhoda Kellogg (1979) el origen de los trazados de la figura humana puede estar en ciertos garabatos y en diagramas ovales, que se transforman en el agregado de la cara, al que posteriormente une las partes del cuerpo que forman un mandala modificado.

La autora señala que “el aspecto especial de las figuras humanas y de todas las obras figurativas posteriores se debe al modo en que el niño combina los garabatos y diagramas” (Kellogg, 1979, p.106), ya que los pequeños van creando nuevas gestalts a partir de soles, mandalas y agregados, a los que añaden distintos trazos centrales, y piernas o brazos para convertirlos en una forma humana. En ellas, lo fundamental es el equilibrio, razón por la cual los brazos y piernas, si aparecen, salen directamente de la cabeza reforzando el aspecto mandaloide de las figuras, por lo que en muchas ocasiones pueden omitirse por razones estéticas.

Estos primeros dibujos, por tanto, no se basan en observaciones de los objetos y figuras del entorno ni proceden de la vida cotidiana, sino que son espontáneos, y los realizan de modo que encajen en diagramas implícitos o en patrones de disposición, siendo normalmente el adulto el que comienza a atribuir a un dibujo el carácter de persona, al querer pruebas de la existencia de un sentido pictórico general en el arte infantil, lo cual lleva muchas veces al rechazo hacia estos dibujos si no coinciden con el título que se le ha dado.

Las figuras humanas, tal como se ha indicado, son el motivo preferido en el arte infantil, representando un estadio avanzado en la capacidad mental evolutiva de creación y revelándose una gran inteligencia por parte de los pequeños autores. Normalmente es difícil determinar el sexo en las primeras figuras humanas, y cuando lo representan viene determinado por distintos elementos como pueden ser el ropaje, el pelo, o ciertos adornos como los pendientes en las mujeres.

Kellogg (1979) realiza un análisis detallado de cómo el niño dibuja la figura humana y cómo evoluciona a lo largo del tiempo. Centrándose en cada elemento de la figura humana, indica que el origen del ojo se remonta a los tres o cuatro años, cuando comienza a representarlos en las imágenes de los soles, indicando que son uno de los elementos más

significativos de la cara. Los dibuja mediante un simple círculo o un punto, de modo que, más adelante, hacia los cinco o seis años, empieza a trazar los detalles.

Para representar la nariz sirve prácticamente cualquier trazo, desde un punto, hasta una línea, círculo..., siendo por tanto su posición entre los ojos y la boca, lo que la identifica con claridad. En ocasiones, las figuras humanas carecen de nariz porque el niño considera que el rostro queda perfectamente expresado con los ojos y la boca.

La boca, que es una de las partes esenciales de la cara y en ella pocas veces aparecen los dientes, también se puede representar con casi cualquier trazo, apareciendo curvada hacia arriba para expresar alegría, hacia abajo para indicar enfado y recta para mostrar un aspecto serio.

Cuando representan las mejillas, suele utilizar unos círculos que añade a la cara, y que según su disposición pueden representar también a los brazos, simples adornos o bien orejas. Son estas últimas un elemento importante en la figura humana pero que no es habitual que aparezcan, ya que su trazado tropieza con problemas estéticos, puesto que ensanchan la figura rompiendo el equilibrio, razón por la cual, cuando lo hacen, se añade a la figura un nuevo trazado en la parte superior de la cabeza a modo de sombrero, con lo que consiguen alargar la figura.

En cuanto a coronas y otros objetos figurativos que, ocasionalmente, dibujan encima de la cabeza, se da un problema al reconocerlos, ya que no hay una regla fija que los identifique y que ayude a distinguir uno de otros, teniendo que basarnos en otros elementos del dibujo para saber qué representan. El pelo frecuentemente el niño lo dibuja mediante garabatos básicos, presillas o líneas múltiples, cicloides, un casquete.... Otros elementos de la cabeza, como pueden ser las cejas y pestañas, rara vez las dibujan, siendo más habitual que las realicen las niñas.

El tronco también puede tener formas muy variadas, pero normalmente aparece como un rectángulo, un triángulo, un círculo o una presilla ovalada, y más adelante se presenta en forma de cruz con grosor.

En cuanto a su unión con la cabeza, puede estar pegado a ella mediante un cuello implícito -un punto, un arco pequeño del círculo de la cabeza, o un arco grande-, y solo a partir de los cinco años, suele mostrarse un cuello bien definido, aunque no muy frecuentemente por los problemas estéticos que plantea debido al alargamiento que provoca en las figuras, ya que, hasta los siete años, es más importante la estética que el realismo. En algunos dibujos podemos encontrar problemas a la hora de identificar ambas zonas -cuello y tronco-, cuestión que queda solucionada "observando la proporción entre las zonas utilizadas como cuello y

tronco, y su comparación con la imagen total” (Kellogg, 1979, p.176), aunque a veces las proporciones engañan, porque las dimensiones pueden estar distorsionadas para completar un patrón de equilibrio total o para crear un efecto estético de conjunto.

La ropa, cuando se la representa, también ayuda a diferenciar los géneros de las figuras, apareciendo un trazado en forma de jersey en la parte que corresponde al pecho, y un pantalón o falda en la parte inferior. Los brazos, de forma lineal y rectangular, suelen estar representados en lo alto del tronco, a la altura de los hombros, aunque también es frecuente encontrarlos unidos a la cabeza o a las piernas, en una disposición que produce el efecto de un mandala, o incluso en algunas ocasiones ni siquiera aparecen. Los brazos bajos y colgantes no suelen aparecer en los primeros dibujos infantiles porque resultan sin vida y sin estética.

Los pies son frecuentemente trazados con pequeños círculos, soles, formas ovaladas o como prolongación de las piernas, cuya colocación, en los primeros dibujos, no suele ser realista, sino que responde a cuestiones estéticas.

Las diferencias sexuales no resultan fáciles de representar a los pequeños por debajo de los cinco años, y, aunque conocen perfectamente los signos corporales del sexo, rara vez los dibujan, siendo la longitud del pelo y el vestido -pantalones en el hombre y falda en la mujer- los elementos que lo indican. En algunas ocasiones, especialmente en los dibujos de las niñas, aparecen otros elementos, como pueden ser los pendientes, para señalar el sexo femenino.

La figura humana en Lurçat

Lurçat (1980) explica de forma pormenorizada en su obra el desarrollo de la figura humana. Para ella, después de que los niños y niñas de preescolar realicen un gran número de garabatos, comienzan a aparecer los primeros monigotes-renacuajos entre sus dibujos, que representan a las primeras figuras humanas que ejecutan. Se componen casi siempre de un elemento central, normalmente de forma circular, al que se fijan los brazos y las piernas.

Esta autora considera necesario destacar que, en un principio, los trazados que realizan no se corresponden con la interpretación que les dan; es lo que Lurçat denomina “garabato interpretado”. Más adelante, la forma se vuelve identificable cuando el niño nombra lo que ha dibujado; nos encontramos en el período ideográfico, en el que es imprescindible la conexión entre el lenguaje y grafismo.

La autora destaca que hasta aproximadamente los dos o los tres años no se dan en el niño las condiciones motrices y perceptivas necesarias para que aparezca el monigote, ya que es necesaria la flexión del dedo pulgar para que surjan los pequeños trazados, y para poder interrumpir el trazo durante su ejecución mediante la acción de frenado del movimiento. Más

adelante, entran en escena los factores espaciales y perceptivos, lo que supone un mayor dominio del gesto y del espacio, y un control desde el principio hasta el final.

En un primer momento, será el ojo el que siga a la mano, para posteriormente conducirla, apareciendo un control que hace posible una serie de formas que, con el autoentrenamiento, darán lugar a que los pequeños consigan mayor control, lo que les posibilitará realizar los trazados más lentamente, o dirigir de nuevo la mano hacia un grafismo ya realizado.

Los dibujos en estos momentos tienen un origen rítmico, manifestándose el control que ejerce el niño en la ruptura del ritmo de parcelación y en la posibilidad de combinar los distintos trazos ajustándolos unos a otros. Así, hacia los dos años y medio o tres años, aparecen “los trazados que combinan un polígono cerrado o un círculo con uno o varios segmentos... (y)...formas que combinan dos figuras circulares cuya realización supone el comienzo de un gran cambio en los trazados figurativos” (Lurçat, p. 27, 1980), que dan lugar a la figura humana sin cuerpo o monigote-renacuajo (cuando existe un control simple), y a la figura humana con cuerpo (debida al doble control).

Siguiendo las observaciones de los grafismos de sus propios hijos, Lurçat (1979) destaca el poder que tienen los niños de inventar signos gráficos mediante círculos o segmentos lineales, que constituirán su primer alfabeto y que será el soporte de sus primeros ideogramas, ya que aproximadamente hacia los dos años y medio, el niño tiende a representar objetos reales.

De acuerdo con los dibujos de sus hijos, da una serie de indicaciones acerca de cómo surgen los primeros monigotes en las producciones de los pequeños, destacando entre otros los siguientes aspectos: a) adquieren las nociones rudimentarias del espacio gráfico, de su localización, proporciones, números... lo que indica la toma de conciencia de los elementos que representa, b) manifiestan el reparto simétrico de los segmentos al dibujar un muñeco, c) descubren el cuadrado mediante la técnica del contorno, d) poco a poco se observa la orientación de los miembros de los monigotes, al mismo tiempo que se observa una proporción relativa de los ojos y la cabeza, e) la evolución se manifiesta en la miniaturización de la forma, apareciendo los “señores pequeñitos”, f) utilizan un trazado lineal para los miembros y uno circular para la cabeza o el vientre y g) poco a poco, los monigotes-renacuajos se automatizan y se van enriqueciendo progresivamente con nuevos detalles.

La autora señala una serie de consecuencias pedagógicas, entre las que cabe destacar la importancia de “dejar que los niños se expresen gráfica y oralmente (ya que) favorece sin duda el desarrollo del grafismo” (Lurçat, 1980, p.36). También es fundamental el

autoentrenamiento del niño en la actividad gráfica espontánea para que aprenda a controlar sus trazos y a conducir la mano.

Lurçat (1980, p.76) señala que el tema de la figura humana es uno de los más dibujados entre los cinco y los seis años, ya que “la figura humana evoluciona principalmente por el enriquecimiento de la decoración de la indumentaria”. Añade, por otro lado, que los pequeños en estas edades, ejercitan su imaginación lúdica o decorativa, de modo que la fantasía va a ser un elemento fundamental junto a la decoración, el relleno, la simetría o la repetición. De este modo se puede apreciar una constante progresión en las proporciones del cuerpo humano, en la posición de las partes, en la decoración de la ropa y en los detalles accesorios de la figura humana.

La figura humana en Sáinz

Para este autor, uno de los temas preferidos por el niño al comienzo de la etapa de la figuración es la figura humana, realizada como producto de la evolución de los diagramas, los soles, los radiales y de los trazados que, procedentes del garabateo, conducen a las formas que componen el cuerpo humano. De este modo, se utilizan ciertos garabatos afianzados en el repertorio infantil para construir unos nuevos grafismos, que, en este caso, llegan a ser verdaderos signos visuales.

Así, en un primer momento, el niño comienza dibujando la figura con un círculo del que parten distintas líneas de su contorno. En su interior, traza otros pequeños círculos o puntos como símbolos gráficos de los ojos y unas rayitas para representar la nariz y la boca. Con estos sencillos elementos construye el rostro, que, desde la perspectiva infantil, es la parte más importante de la persona.

Las primeras manifestaciones gráficas de la figura humana no deben considerarse como representaciones inmaduras, dado que el dibujo es esencialmente un lenguaje icónico con mayores dificultades para su adquisición, evolución y maduración que el lenguaje verbal. Sáinz (2011, p. 118) destaca que “es evidente que un niño de cuatro o cinco años sabe más de su cuerpo que lo que manifiesta en un dibujo sencillo, como podemos comprobarlo pidiéndole que nos describa las partes de su rostro y comparar los datos aportados verbalmente con lo que nos ha dibujado”.

A medida que el niño va creciendo, el dibujo del primer renacuajo empieza a evolucionar, sufriendo cambios y volviéndose formalmente más elaborado con la adición de un tronco en forma ovalada o rectangular, que se le añade a la cabeza. De este tronco saldrán unos brazos, con o sin manos, y unas piernas a las que pueden añadir o no los pies.

Podemos verlos realizados a partir de soles, de círculos o de óvalos, en forma de doble "L", como prolongación de la pierna o careciendo de ellos.

Desde el punto de vista de los géneros, son varios los autores, entre ellos Kellogg (1979) o Sáinz (2003, 2006, 2011) los que destacan como una de las características más significativas el que las primeras representaciones humanas sean de carácter asexuado, ya que el modo de construir la figura masculina y femenina de los niños y niñas de cualquier parte del mundo son similares, por lo que no es posible distinguir el género al que pertenecen. Hacia la mitad de los cinco años aproximadamente, podemos observar la primera diferenciación sexual en los dibujos gracias a dos elementos que dibujan como símbolos del sexo: el pelo largo y la falda para la mujer, y el pelo corto y el pantalón para el hombre. En algunas ocasiones, pueden aparecer otros elementos secundarios que sirven para reforzar la identidad de un género u otro, como pueden ser zapatos, pendientes, bolsos, collares, etc., aunque a veces sigue existiendo una cierta confusión.

Sáinz (2011, p. 119) considera que analizar el modo en el que el niño construye las diferentes partes del cuerpo es un buen referente para “entender el dibujo como un lenguaje gráfico evolutivo, puesto que una observación detallada de la figura humana y de las partes que la componen nos da las pistas para comprender los cambios que se producen de forma paulatina a medida que el niño va creciendo”.

Añade este autor que dentro del dibujo de la figura humana, la cabeza y el rostro son las partes del cuerpo que definen más intensamente a la persona, por lo que la cabeza se convierte en el elemento básico para definir la imagen de un individuo. Los ojos, la nariz y la boca son los elementos que el niño cree esenciales para que el rostro quede bien definido. Los ojos los representan de diversos modos: con dos pequeños círculos, con unos puntos, con unos círculos con puntitos en su interior e, incluso, con forma de soles con unos puntitos en sus interiores. La nariz aparece dibujada con cualquier trazo, como un círculo, una rayita, dos puntos o una especie de curva, ya que lo importante es la posición que ocupa en la cara. La boca es parte esencial en el dibujo del rostro, representada como una línea, que puede estar curvada hacia arriba para representar la sonrisa, horizontal indicando un aspecto normal o serio, y hacia abajo para representar enfado.

Las orejas aparecen con poca frecuencia, debido a la deformación que provoca su representación, estando habitualmente tapadas por el dibujo del pelo, aunque las niñas las trazan cuando quieren dibujar a la figura femenina con pendientes. Las cejas rara vez las encontramos en la etapa del comienzo de la figuración. Más frecuentes son las pestañas, especialmente en los dibujos de las niñas, debido a que observan cómo su madre o

hermanas mayores se las cuidan pintándoselas.

El pelo es uno de los elementos claramente diferenciadores del sexo en los dibujos infantiles. La representación del cabello es muy variada, pudiendo utilizarse para el pelo de las figuras unos cicloides, unos rayados o unas pequeñas rayitas, líneas onduladas, una forma irregular cerrada, un simple rayado continuo o en forma de casquete.

Para el niño, el tronco al comienzo de la representación de la figura humana puede tener cualquier forma, aunque las más frecuentes son el rectángulo, el triángulo, el óvalo y la cruz con grosor. A partir de la edad de cinco años, ya empieza a aparecer dividido en parte superior, que suele dibujar con forma de jersey, y la inferior, en la que trazará el pantalón, para el género masculino, y la falda en forma de triángulo o de trapecio, para el género femenino.

El cuello, como la parte del cuerpo que une la cabeza con el tronco, presenta problemas al comienzo en los dibujos de los niños por las consecuencias estéticas que plantea, ya que su trazado alarga excesivamente a las figura, por lo que, normalmente, el tronco suele añadirse a la cabeza, una vez realizada esta.

Los brazos comienzan siendo rayitas que salen de la cabeza, caso de los renacuajos o del tronco cuando este ya se traza. Pronto pasará a tener doble línea expresándose el grosor, por lo que habitualmente utiliza rectángulos alargados que se añaden al tronco una vez que este ha sido realizado. En los extremos aparecen las manos que adquieren formas diversas: soles, círculos, óvalos, pequeños cicloides o radiales, incluso como la forma extrema del trazado de los brazos.

Los pies se suelen trazar con pequeños círculos, con soles, con formas ovaladas o como prolongación de las piernas. Para el niño, la posición visual perpendicular de los pies respecto del cuerpo presenta dificultades a la hora de reflejarla. Este problema lo resuelve dibujándolos frontalmente, abiertos o hacia unos de los lados. Cuando aparecen en posición lateral y con las piernas en ángulo, reflejan la intención del niño de dibujar la figura en movimiento.

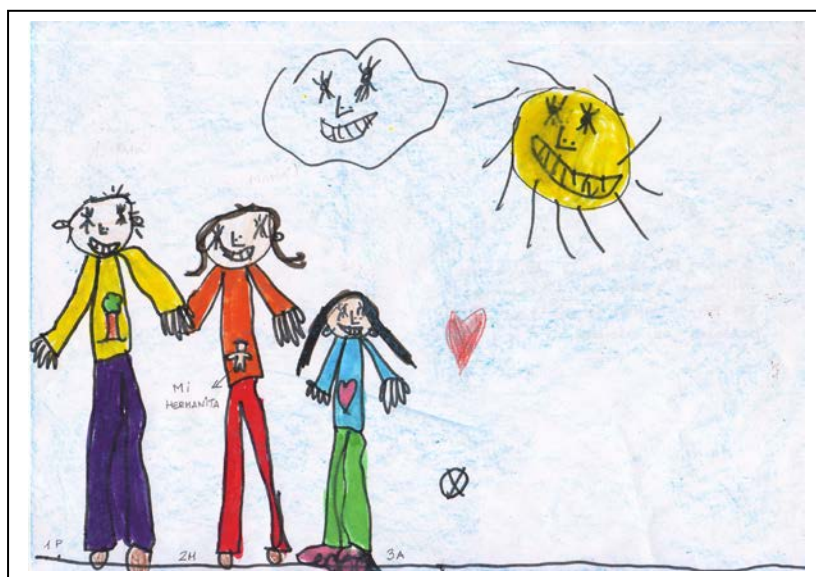
Sáinz (2011) en su obra destaca tres aspectos o cualidades gráficas que acompañan a la representación de la figura humana: *la simetría, la verticalidad y la frontalidad*.

Señala que “la simetría rápidamente aparece en sus dibujos de una manera bastante clara, dado que pronto acude a exteriorizar gráficamente aquellas partes corporales que se componen de dos elementos” (Sáinz, 2001, p. 122). De este modo, si dibuja un elemento en la parte izquierda de una figura, también realizará ese elemento en la derecha con una forma similar. Esto nos lleva a pensar que la simetría es una de las características

configuradoras que existe en la naturaleza, y que, sin habérsela explicado al niño, este la asume plenamente expresándola de una manera inequívoca.

Otra de las características, intuida y expresada gráficamente, es la posición vertical de las personas cuando se encuentran de pie con relación al plano horizontal del suelo. La verticalidad, nacida del sentido innato del equilibrio, la reflejan pronto en sus trabajos. Conviene indicar que en el comienzo de la figuración, el niño va girando la lámina, según su propio parecer, por lo que adopta varios puntos de visión en la representación de sus dibujos, de ahí que los distintos elementos representados aparezcan en diferentes direcciones. Poco a poco, empieza a utilizar el soporte gráfico como un marco a través del cual ve la realidad, y dibujará las figuras alineadas verticalmente con respecto al borde inferior que toma como base o suelo, aunque hay momentos de transición en el que podemos encontrarlas con cierto grado de inclinación entre ellas.

La frontalidad es para Sáinz (2011, p. 123) “la tercera característica relevante del dibujo infantil de la figura humana, ya que la asimilación, aunque sea de manera intuitiva, de la simetría corporal impulsa al niño a representarla frontalmente, de modo que aparece estática y rígida”. Añade este autor que cuando los pequeños desean introducir el movimiento, es decir, una persona caminando, se encuentran que deben dibujar a la figura de perfil, lo que les genera grandes dificultades, dado que en esta postura no puede expresarse la simetría corporal, y suelen producir deformaciones o bien buscan soluciones ingeniosas y con un gran nivel de expresividad.



Dibujo de la familia de una niña de 5 años. En la escena pueden verse la simetría de las figuras, la verticalidad y la posición frontal en la que son mostradas. Por otro lado, llama la atención el animismo con el que ha representado el sol y una nube.

nº 46

Las propiedades geométricas de simetría, verticalidad y frontalidad pueden verse en la lámina 46, correspondiente a una niña de 5 años. Así, las tres figuras son mostradas de manera frontal, en posición erguida sobre la línea de base, al tiempo que todas ellas muestran los rasgos de la simetría corporal.

4.6.3. *Los animales*

Para Kellogg (1979), los primeros esfuerzos que hace el niño para dibujar los animales, parten de las figuras humanas, que transforman en animales fácilmente a partir de los cuatro o cinco años con pequeños cambios, como pueden ser añadir orejas en la parte superior de la cabeza, dibujar el torso horizontalmente, o cambiar la posición de los rasgos de la cara en relación con el cuerpo.

Siguiendo esta línea, Sáinz (2003, p. 104) destaca que al representar a los primeros animales, el niño utiliza un planteamiento parecido al de la figura humana, aunque con pequeñas diferencias, como pueden ser el tronco horizontal, triángulos para las orejas, pico en las aves, etc. Así destaca que:

“El rostro resultante es similar al humano: con ojos circulares y una rayita en la boca. A la cabeza pronto le agrega unos triángulos o pequeños círculos en la parte superior, aludiendo a las orejas. En el caso de un pájaro o un ave, las orejas las sustituye por un pico. Los dibujos de animales que tienen posición erguida como el oso, el mono, etc., poseen gran similitud formal con la figura humana, diferenciándose de ella en la colocación de las orejas”.

Añade este autor que algo más tarde, en torno a la edad de cinco años, aparece el intento de caracterización de cada animal por sus rasgos específicos, aunque el modo de construcción sigue siendo por adición, como resultado tanto del proceso de evolución gráfica como de la adquisición de un mayor conocimiento de los animales.

Hernández Belver y Sánchez Méndez (2000, p. 93) coincide con lo anterior al señalar que la construcción de los animales, al igual que las personas, la realiza por adición, manteniendo en un principio cierta autonomía entre cada parte del cuerpo, que poco a poco irá desapareciendo. Además, “la similitud del rostro se produce en el trazado de los ojos y la boca, que suelen ser similares al de la persona”. Para Marco (en Hernández Belver y Sánchez Méndez, 2000, p. 116) “las representaciones de animales aparecen de una manera similar a la de las figuras humanas. La cabeza frontal, un cuerpo rectangular y ovalado y un número de patas sin definir, es un esquema o patrón fijo en el que cambian solamente las orejas, cornamenta, pico, patas, alas...que el niño añade según le interese”.

Los pequeños realizan sus dibujos de animales con una gran variedad de cabezas, patas y colas, algunos aprendidos de los adultos y otros procedentes de su propio arte espontáneo. A los pequeños autores les ayuda a dibujarlos el hecho de que los esquemas de animales que realiza el adulto se parecen mucho a los que ellos realizan; aun así, “a los cinco años suele darse una crisis en el arte infantil (ya que) el sistema autodidacta propio del niño difiere en gran manera del de los adultos” (Kellogg, 1979, p.128). A esta edad, algunos niños siguen progresando, pero son muchos los que abandonan el arte en la escuela debido a la desaprobación de sus dibujos por parte del maestro.

4.6.4. *La casa*

Uno de los elementos que antes aparece en los dibujos infantiles al estar ligado íntimamente al desarrollo psicoafectivo del niño, junto a la figura humana y al sol, es la representación de la casa, ya que también tiene un especial significado en estas edades del comienzo de la figuración, por la imagen de seguridad y de bienestar que aporta. Sáinz (2003, p.103) señala que “el esquema de la casa no es el resultado de la percepción de viviendas y edificios reales, sino un signo gráfico que el niño crea y que, según su visión particular de las cosas, sirve para representar a la vivienda en general”.

Estas primeras representaciones son una creación personal de los propios niños que responden, desde el punto de vista de la construcción gráfica, al agregado de diversos diagramas procedentes de la etapa anterior. Este mismo autor añade que la casa es un símbolo gráfico de gran importancia en el desarrollo del arte plástico infantil. Para Sáinz (2011, p.126):

“La forma más común y extendida entre los niños y niñas de diferentes culturas es la de la unión de un cuadrado o rectángulo, que representa las paredes de la casa, y un triángulo, añadido en la parte superior para representar el tejado. A esta combinación básica se le agregan otros diagramas, cuadrados y cruces, que sirven para representar la puerta, las ventanas y la chimenea”.

Diferentes autores, entre los que se encuentra Kellogg (1979, p. 134), destacan que el niño comienza a dibujarlas “combinando diagramas de forma diversa, y no como fruto de la observación de las casas de la calle”. De este modo, crea una gran variedad de formas para representar las casas y edificios, que son parecidas en todo el mundo. Más tarde, las escuelas se encargarán de forzar a los alumnos a copiar el arte que prefieren los adultos porque son típicos de su localidad.

Sáinz (2006, p.111) señala que “hay una creencia extendida que supone que este esquema básico de la casa es el resultado de la copia que hace el niño de los dibujos que ve

de los adultos”. Quienes mantienen esta idea desconocen el proceso evolutivo del dibujo infantil y la capacidad creativa que posee el niño, que se alimenta y toma como referencias las formas ya consolidadas de su experimentación graficomotriz, iniciada en la etapa del garabateo. Para Sáinz (en Hernández Belver y Sánchez Méndez, 2000, p. 93-94):

“La primera casa que el niño representa tiene una cierta semejanza a un rostro: un cuadrado al que se le añade en la parte superior un triángulo como tejado; dentro del cuadrado traza dos ventanas, habitualmente también cuadradas, con una cruz en el interior de cada una de ellas; en la parte inferior, un pequeño rectángulo vertical sirve como puerta”.

Para Matthews, J. (2002, p. 143), “la casa es una forma cerrada que posiblemente representa la casa como un volumen encerrado en lugar de una cara del objeto”. Por su parte, Marco (en Hernández Belver y Sánchez Méndez, 2000, pp. 115-116) destaca que:

“Otra imagen que aparece con gran insistencia es la casa, la representación de la familia, que simboliza la afectividad del entorno...Comienza con una gran forma y ventanas; cuando el niño controla el movimiento y va realizando el cuadrado y el triángulo, la construye con esos dos elementos, dando al triángulo mucha altura, (isósceles). Las primeras incorporaciones son las dos ventanas y la puerta, junto con la chimenea y el humo...Esta casa va enriqueciéndose con cortinas o rejas en las ventanas...flores, picaporte, y mirilla en la puerta, y tejas. La chimenea la construye perpendicular a la inclinación del tejado, girando la hoja de papel para buscar una mayor comodidad en los trazos”.

La casa primigenia evoluciona a lo largo de la etapa del comienzo de la figuración con el añadido de la fachada y el tejado laterales. Su incorporación no implica que el niño dibuje la casa tridimensionalmente o con volumen, ya que los añadidos son formas planas que, incluso, pueden colorearse con tonos distintos como si fueran partes independientes.

La forma de construcción gráfica para los niños diestros se lleva a cabo dibujando en la izquierda la fachada principal, en la que se coloca la puerta, y se le añade, por el lado derecho, la fachada lateral. Esta dirección responde a la manera a cómo los diestros dibujan el perfil de una persona: mirando hacia el lado izquierdo; en cambio, los niños y las niñas zurdos, dado que el brazo y la mano izquierdas motrizmente responden simétricamente al lado derecho, tienen la tendencia a colocar la fachada lateral izquierdo.



La casa forma parte esencial del arte infantil, como puede apreciarse en este dibujo de una niña de 7 años.

Por otro lado, a través de ella se expresa con claridad la incorporación de las formas geométricas básicas para su trazado.

n° 47

Habitualmente, en la fachada principal el niño traza dos ventanas cuadradas y una puerta rectangular, esta con distintos tipos de diseños. Otro elemento que suele realizar, en el comienzo de esta etapa, es la chimenea arrojando humo, y dado que la chimenea no aparece de modo habitual en los edificios y casas actuales, los principales autores piensan que es una incorporación que hace a partir de los relatos, los cuentos ilustrados o las tradiciones navideñas. Formalmente es un pequeño rectángulo trazado perpendicularmente a la parte del tejado a la que se le añade. Por otro lado, el humo suele tener diferentes modalidades, presentándose como un cicloide alargado, una especie de barrido o una línea irregular.

En la lámina 47, realizada por una niña de siete años, aparece una calle con distintas casas. Como puede comprobarse, la autora ha acudido a las formas geométricas básicas para su construcción: cuadrado, rectángulo, triángulo, círculo, cruz, etc., puesto que, como hemos visto a lo largo de los ejemplos expuestos, son los elementos que median entre el pensamiento visual infantil y sus representaciones gráficas.

4.6.5. *El árbol y las plantas*

Kellogg (1979, p.139) señala que niños y niñas en sus primeros dibujos suelen representar árboles y flores, los cuales provienen de “los garabatos, diagramas, combinaciones, agregados, soles, radiales y mandalas”. Los primeros árboles son semejantes a figuras humanas sin brazos, en cuyas cabezas incluyen una serie de

elementos que no son necesarios para representar la cara, como pueden ser ciertos diagramas que representan frutos o flores.

Para esta autora, el tamaño de los árboles y plantas no se corresponde con el que tienen en la naturaleza a pesar de que conocen perfectamente la medida real de los árboles y flores, sino que las dibujan según el tamaño que precisan para completar patrones o para alcanzar otra finalidad estética, y cuando se les anima a imitar la dimensión real de estos objetos en la naturaleza, se les destruye la espontaneidad de su arte infantil.

Reforzando lo anterior, Sáinz (2003, p. 105) añade que las plantas también aparecen muy tempranamente en las representaciones infantiles, de modo que, en un principio, “el niño se guía por criterios subjetivos, sin tener en cuenta el tamaño y la proporción que existen entre los distintos objetos de la realidad”, apareciendo una falta de proporcionalidad entre los elementos del dibujo. Además señala que “las plantas, especialmente los árboles, son objeto de animismo por parte del niño (...) en algunas ocasiones, dibuja árboles con rostro en el tronco... (aunque) en los coloquios realizados con los autores de estos dibujos, inmediatamente niegan que los árboles tengan ojos y bocas, pero que les gusta dibujarlos así” (Sáinz, en Hernández Belver y Sánchez Méndez, 2000, p. 93).

4.6.6. *El sol*

Es una figura muy frecuente en las producciones infantiles, ya que la encontramos sistemáticamente en las producciones gráficas de los niños. Por otro lado, tiene un carácter universal, puesto que la realizan niños y niñas de cualquier parte de mundo.

Sobre esta figura, Sáinz (2000, p. 88) destaca que “el dibujo del sol es uno de los elementos naturales más significativos y relevantes del arte plástico infantil. La presencia del sol es constante en las producciones plásticas del escolar (...) cualquier tema al aire libre es motivo para que los pequeños autores lo plasmen en sus diversas variantes.”.

En relación con su construcción, este autor añade que “el astro sol, dibujado por los pequeños de una manera muy reiterada en sus trabajos, nace directamente de los soles procedentes de la etapa del garabateo” (Sáinz, 2011, p. 124). Destaca su trascendencia ya que en los primeros dibujos figurativos del tema de la familia aparece representado el sol, lo que es indicio de la importancia que tiene en la mente infantil.

Una característica del dibujo del sol en el tema de la familia es que los pequeños le

atribuyen cualidades humanas, lo que implica una concepción animista del astro que suele aparecer con rasgos humanos, ya que se le traza con semejanza a un rostro. La razón de que en las producciones gráficas infantiles el sol aparezca con carácter animista queda bien expresada en este párrafo de Juan A. Delval (1975, pp. 291-292):

“El animismo es una característica del pensamiento infantil derivada del egocentrismo, o casi coincidente con él, pues consiste en una indiferenciación entre el sujeto que conoce y el objeto conocido, al cual se atribuye implícitamente, por esa misma indiferenciación, la capacidad de sentir o saber, que de hecho sólo posee el mismo sujeto”.

Dentro de los elementos de la naturaleza, el sol es el más relevante de todos para el niño. La incorporación de este astro al dibujo de la familia se debe a dos razones: por un lado, ya que forma parte de las estructuras gráficas que sirven para la construcción de la figura humana y, por otro, a la atribución que se le hace de cualidades humanas, lo que implica una concepción animista del astro. De este modo, se convierte en un rostro con los mismos rasgos que las figuras que aparezcan representadas y es frecuente observar ojos, nariz o boca en los dibujos de los pequeños, aunque a medida que esta etapa va transcurriendo, decrece esta tendencia hasta que termina por desaparecer completamente la representación animista del sol, o “evoluciona hacia un rostro con rasgos humanos ya de manera intencionada” (Sáinz, 2011, p. 125).

Este autor añade que la figura del sol se realiza con un círculo y unas líneas rectas, curvadas, en punta o con un trazado curvo o cerrado y, en todos los casos, bordeando el contorno. Los rasgos faciales básicos para definir el rostro animista del sol son los ojos y la boca.

En algunos casos, el niño le añade al rostro la nariz y en otros las pestañas. Los ojos se trazan con dos puntos o dos pequeños círculos con puntos en su interior. Las formas habituales de la boca son la de una rayita o la de una pequeña superficie con un contorno de óvalo cerrado, y las manifestaciones visuales de alegría o tristeza son expresadas con la línea de la boca que ayudará a acentuar los rasgos de alegría o de tristeza.



Dibujo sobre la familia realizado por una niña de 7 años. Al lado de una casa, con claros tintes geométricos, aparecen los cuatro miembros bailando y, sobre ellos, la autora ha trazado un sol animista, sonriendo al contemplar la escena que encuentra debajo.

n° 48

Lo descrito podemos verlo en la lámina 48, correspondiente a una niña de siete años. Se trata de una familia de cuatro miembros que, muy alegres, se encuentran bailando. Como podemos apreciar, algunos de los rasgos geométricos empiezan a ser sustituidos por rasgos anatómicos, como son los brazos que se encuentran unidos directamente al tronco. La casa, sin embargo, sigue con las formas netamente geométricas. En la parte del cielo se encuentra un sol animista que sonriente contempla la escena que hay debajo de él.

4.6.7. *El suelo y el espacio*

El pensamiento geométrico del niño, en estas edades, hasta los siete años, “puede catalogarse como topológico, atendiendo a las características conceptuales o preconceptuales que son capaces de usar, tales como el cierre, interioridad, separación, etc.” (Martínez, 1989, p. 49). Para este mismo autor, el espacio para los niños pequeños es algo desestructurado, carente de organización objetiva, por lo que las tareas de organización del mismo son muy importantes en su evolución lógico-geométrica, siendo un espacio subjetivo, ligado a sus vivencias afectivas, a sus acciones. Es, pues, un espacio en el que los objetos carecen de una forma y un tamaño precisos, puesto que desconocen la existencia de la perspectiva, de modo que las cualidades geométricas cambian con la distancia y con la significación afectiva que despiertan en el niño.

La característica principal que poseen, tanto el espacio como los objetos que se encuentran en él, es la tridimensionalidad, por consiguiente, uno de los grandes problemas al que tiene

que enfrentarse el niño en esta etapa es la representación de los objetos y figuras en una superficie bidimensional. Esta dificultad la tiene que sortear en los diferentes temas que se le puedan proponer como trabajo de dibujo libre, lo que le llevará a buscar soluciones de tipo personal, aportando innovaciones creadas por él mismo.

Representar las figuras y objetos dentro de un contexto espacial será uno de los aspectos a estudiar durante el desarrollo de las diferentes etapas por las que atraviesa desde que comienza sus dibujos figurativos, ya que el niño buscará, de forma inconsciente, soluciones de tipo personal a esta dificultad, siempre de acuerdo a su edad y desarrollo evolutivo.

Lo expuesto es comentado por Sáinz (1999, pp. 402-403) del siguiente modo:

"El paisaje, tanto natural como urbano, es uno de los modos o temáticas de representación del contexto espacial, si entendemos a éste no sólo por su cualidad tridimensional, sino concebido como un entorno real. Por tanto, cualquier autor de un paisaje, independientemente de su edad, se tiene que enfrentar a la representación del espacio en el que se encuentran las superficies y elementos visibles de la realidad y plasmarlos en un soporte bidimensional".

Para analizar el espacio en el comienzo de la figuración, hay que diferenciar entre los aspectos o características propios del espacio topológico de aquellos que pertenecen al espacio representado.

En cuanto al primero, el *espacio topológico*, podemos decir que es el soporte en el que el niño dibuja habitualmente, normalmente con un formato rectangular, cuyos bordes delimitan los límites de esa superficie en la que debe manifestar, aunque sea de modo implícito, las coordenadas espaciales que expresan el alto, el ancho y el largo de los elementos visibles de la realidad física.

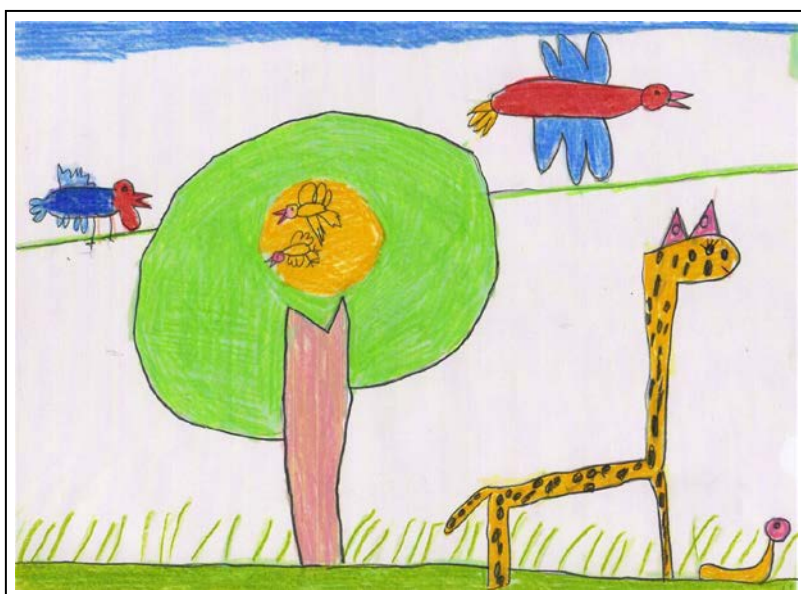
En un primer momento, el niño no atiende a estas coordenadas espaciales. Hacia los cinco años, ya las tiene en cuenta, puesto que los bordes inferior y superior de la lámina le determinan el plano del suelo y el techo, y los laterales las referencias de la verticalidad. En palabras de Sáinz (1999, pp. 405-406):

"Para superar la concepción del soporte como espacio topológico, es necesaria una consolidación del sentido organizativo. El niño comienza por una estabilización del uso del formato, fundamentalmente con la adopción de la horizontalidad. Dentro de las coordenadas espaciales, la posición delante, en la relación de coordenadas delante-atrás, predomina con claridad debido a la tendencia que tiene el niño a representar sus figuras con simetría frontal".

De este modo, aunque en sus primeras manifestaciones no hay ninguna señal explícita que sirva de ordenación espacial de las figuras representadas, poco a poco, los pequeños comienzan a utilizar la horizontalidad y verticalidad de los márgenes para alinear las figuras en el borde inferior de la hoja, remitiéndonos a la idea del suelo sobre el que se apoyan,

apareciendo hacia los cinco o seis años el concepto de *línea de base* (Lowenfeld y Brittain, 1972). Este concepto tiene carácter universal, dado que todos los niños y niñas del mundo la dibujan, y les sirve para representar el suelo de un modo amplio -suelo del piso, suelo de la calle, suelo del campo, etc.-, aunque también es una línea de apoyo como puede ser el horizonte sobre el que se encuentran apoyados los barcos.

En este sentido, Sáinz (1999, p. 404) nos indica que "una vez consolidado el trazado de la línea de base, el niño empieza a colorear la parte inferior a modo de césped, quedando como expresión gráfica del cielo lo que queda por encima de ella". Como contrapartida de la línea de base, aparece, en algunos casos, la línea de cielo. De este modo, el paisaje natural o la naturaleza, en su concepción más amplia, estará formada por tres franjas para representar el suelo, el aire y el cielo.



La geometrización espacial se aprecia en este dibujo de un niño de cinco años que realizó acerca de los animales en el campo.

En la parte inferior de la lámina ha trazado una línea de base; más arriba otra inclinada que representa el horizonte; y la más alta, de color azul, corresponde al cielo.

(Tomado de Sáinz, 2006)

n° 49

En la lámina 49, se aprecian los rasgos anteriormente descritos. Se trata de un dibujo de un niño de cinco años que quería dibujar a los animales del campo. Como puede apreciarse, el espacio ha sido elaborado a partir de tres líneas: en la parte inferior, la línea de base en la que se apoyan una jirafa y una pequeña culebra, al lado ambas de un gran árbol; por encima, una línea inclinada que representa el horizonte; sobre el horizonte, se entiende que está el aire, lugar en el que vuelan dos pájaros; finalmente, una franja azulada, cerca del borde superior, que es expresión del cielo.

Por su parte, Lurçat (1984, p.70) refiriéndose al dibujo realizado por su hija entre los cuatro y cinco años, señala que “no considera ya solamente el espacio gráfico como continente de la forma, sino que intenta proyectar en ella la orientación del objeto tal como existe en el espacio

ambiente, sea vertical u horizontal. La niña logra ya dar puntos de referencia de más alto y más bajo, y presenta las relaciones de delante y detrás, sin llegar, no obstante, a los primeros indicios de la perspectiva”.

Lo que caracteriza a los dibujos de esta etapa, desde los cinco años en adelante, es el hecho de que el niño introduce el concepto del espacio, claro indicativo de que su relación con el entorno físico está plenamente asimilada. Es el cambio del espacio egocéntrico a la composición horizontal. En un principio la forma más simple de relacionarse con el espacio es la situación de una base sustentante, línea de tierra o extremo inferior del papel y línea de cielo o techo. Así pues, los elementos que introduciéndose están apoyados en esa base no se superponen ni aparecen alineados en un orden narrativo.

En relación al *espacio representado*, Sáinz (2011) lo define como el entorno espacial en el que el niño, en sus dibujos, sitúa los elementos visibles. El proceso de construcción de este espacio es paulatino, ya que tras la utilización de la lámina como espacio topológico, poco a poco, aparecen las primeras manifestaciones de distribución espacial. De este modo, comienza a situar las figuras en el espacio, apareciendo la línea de base, y, en algunos casos, la *línea de cielo*, que conforman tres capas: el suelo, el aire y el cielo. Posteriormente, en el estadio siguiente, el niño será capaz de utilizar de manera consciente todas las posibilidades que se le ofrecen, al poder crear distancias entre las figuras.

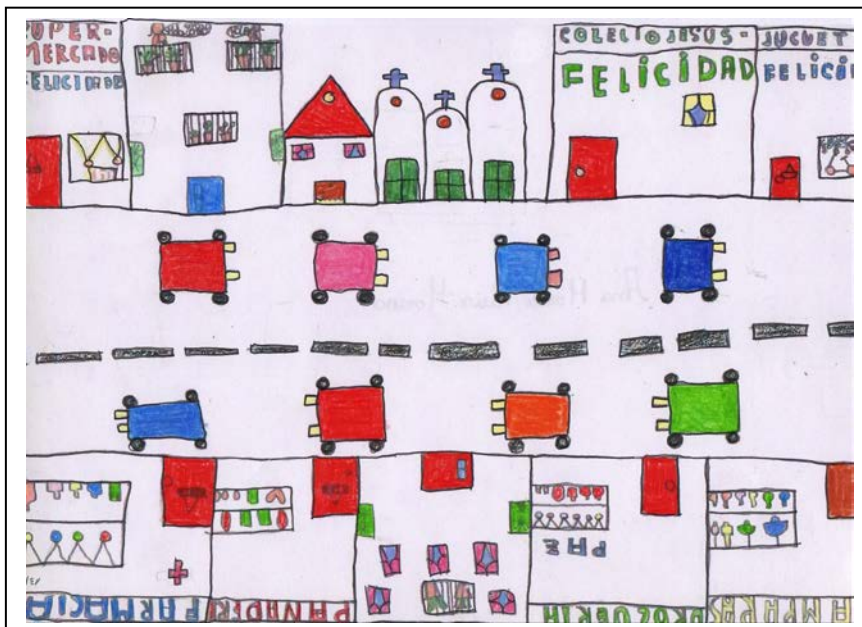
4.6.8. *Los transportes*

Los distintos medios de transporte, como pueden ser coches, camiones, trenes, aviones, etc., aparecen con frecuencia en las producciones de los pequeños, creándolos por adición de las partes de las que se componen. En este apartado, Kellogg (1979) incluye los barcos, automóviles, aviones y trenes, que el niño los dibuja empleando combinaciones y agregados, y que unen trazando esquemas comunes para barcos y vehículos con ruedas, los hayan visto o no. Para la autora, “el niño quizá no atribuya las etiquetas pictóricas a estos esquemas hasta que el momento en que un adulto las emplee” (Kellogg 1979, p.148), y es entonces cuando se dan cuenta de que existe una semejanza entre su propio arte y el de los adultos.

Los niños, poco a poco, van aprendiendo los esquemas que los adultos consideran aceptables para representar los objetos de la realidad y los combinará en escenas. Kellogg (1979) señala la importancia de que dispongan de suficiente tiempo para su expresión artística espontánea, ya que de este modo, se preservarían sus aptitudes y

estarían más dispuestos en las distintas tareas del aprendizaje escolar; además, se impediría que la escuela dañe su visión estética y muchos de sus problemas de aprendizaje. De igual modo, se deberían evitar que accedieran al siguiente estadio antes de tiempo, ya que los niños deben desarrollarse a través de los efectos que producen sus propios dibujos y no por la influencia de los adultos.

Con el término transportes, Sáinz (2011) se refiere a los coches, camiones, trenes, aviones, barcos, etc., que también forman parte del mundo icónico infantil. Señala que la relación que los niños tienen con los juguetes móviles ya que son parte de sus habituales juegos, les impulsan a reflejarlos en sus producciones gráficas. Para él “el modo que tienen de dibujarlos en las escenas es similar a las otras figuras que elabora en esta etapa, es decir, por adición de las partes de las que se componen” (Sáinz 2011, p.129).



Dibujo de una niña de 9 años que realiza de una calle y de los coches que circulan por ella. En la escena, se puede apreciar la pervivencia de la geometrización, tanto de las casas como de los propios coches. Llama la atención el uso del abatimiento para el trazado de las ruedas.

(Tomado de Sáinz, 2006).

nº 50

En gran parte de los niños y niñas perviven las formas geométricas básicas, incluso en edades avanzadas. Esto podemos observarlo en la lámina 50, correspondiente a una niña de nueve años. Comprobamos cómo la autora ha acudido al abatimiento de las ruedas de los automóviles y al doblado de las casas, es decir, que tras realizar las de la acera superior, giró la hoja para dibujar las casas que correspondían a la acera de enfrente. Por otro lado, llama la atención que para el trazado de los coches haya utilizado cuadrados y rectángulos, como si fueran contemplados desde una visión cenital.

4.6.9. *Los elementos celestes*

Los niños en sus producciones gráficas representan otros elementos celestes, como pueden ser la luna, las nubes o las estrellas. Para ellos, la luna aparece durante la noche, que es cuando ellos están dormidos, por lo que su representación la encontramos en escenas específicamente nocturnas, aunque a veces aparezca en diurnas en las que también está presente el sol. En este sentido, Sáinz (2011, p. 330) señala “que el sol forma parte importante de la iconografía infantil, siendo fácilmente comprensible el hecho de que aparezca cuantitativamente un mayor número de veces que la luna en los dibujos, puesto que las escenas construidas por los niños suceden, en su mayor parte, por el día”.

El dibujo de la luna se suele realizar de perfil, lo que da lugar a que la mirada sea lateral y no vaya dirigida a los personajes que aparecen dentro de la escena. En ocasiones la dibujará con rasgos animistas, pero sin que emita ningún comentario sobre aquello que ocurre en el dibujo. Tampoco la representan con rayos similares a los del sol o con un contorno luminoso como expresión gráfica de la luz blanquecina que posee visualmente.

En cuanto a las nubes, Sáinz (2011) destaca que, en algunas producciones plásticas en las que se desarrollan escenas que contienen un sol de carácter animista, pueden aparecer dibujadas una o varias de ellas con ojos y boca. Este animismo antropomórfico se da si el elemento fundamental, el sol, se encuentra dibujado con rasgos faciales, ya que apenas se producen casos en los que apareciera el animismo en elementos aéreos secundarios sin que se exprese en el astro más importante para los seres humanos.

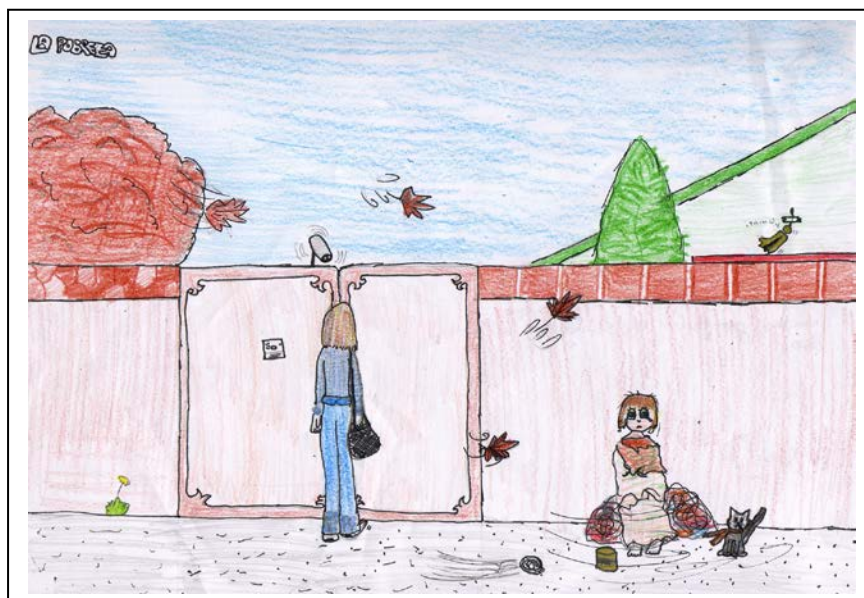
El niño puede dibujar “nubes que aparecen alegres y sonriendo, con la línea de la boca curvada hacia arriba; en el caso de reflejar la tristeza, la curva la trazaría hacia abajo. La tristeza puede reforzarse dibujando lágrimas en los ojos. Una forma acentuada de animismo se da cuando las lágrimas se transforman en lluvia” (Sáinz, 2011, p. 331). Habitualmente, los pequeños representan los sentimientos en las nubes de modo parecido al del sol: si este se encuentra alegre, las nubes también lo estarán; en caso contrario, si el sol está apenado, a las nubes las representará tristes. Este animismo antropomórfico corresponde a las edades comprendidas entre los cinco y los siete años, aunque encontramos este tipo de representación hasta los nueve o diez años.

Los rasgos animistas en las estrellas aparecen de forma excepcional, circunstancia comprensible al observar que están dibujadas con formas de pequeño tamaño: rayas

cruzadas, pequeñas manchas, etc. “Para que el niño trace los ojos y la boca, es necesario que las estrellas tengan una superficie interior en la que puedan dibujarse estos elementos faciales” (Sáinz, 2011, p.331).

4.7. La superación geométrica

Alrededor de los siete años, al final de la etapa del comienzo de la figuración, “se produce un salto cualitativo en las modalidades de representación y aparecen los intentos iniciales de encontrar unas formas estables que sirvan para comunicar las percepciones, vivencias y conceptos personales” (Sáinz, 2011, p. 154). Analizando las producciones que realizan los niños, podemos observar que antes de comenzar el dibujo, comienzan a pensar lo que desean representar y cómo llevarlo a cabo, y, lo que es de gran importancia, que las figuras aparecen dibujadas por contorno, superando paso a paso el dibujo por adición.



Dibujo de una niña de 12 años, de 6º curso de Primaria.

En el mismo se comprueba que la autora ha entrado en la etapa del realismo visual y ha superado el uso de las formas geométricas para la representación, puesto que se guía por la imagen percibida. (Tomado de Sáinz 2011)

nº 51

En el caso de la figura humana, comienzan a superar el dibujo por adición y a realizarlo por contorno, de modo que “sus figuras no son ya el resultado de la suma de las partes de las que están compuestas” (Sáinz, 2011, p. 156) sino que las estructuras nacidas de la etapa del garabato y utilizadas en la etapa del comienzo de la figuración van siendo en su mayoría, superadas en la representación, siendo sustituidas por un trazo lineal más flexible. No obstante, todavía encontramos muchos dibujos que mantienen el modo de construcción y en los que vemos por ejemplo que al tronco de la figura humana se le ha añadido por adición los brazos.

La denominada etapa del realismo visual (Luquet, 1978; Sáinz, 2003, 2011) supone, por parte de los chicos y chicas que han tenido una maduración adecuada en la educación artística, una superación de las formas geométricas básicas que durante años les sirvieron como lenguaje gráfico para plasmar sus imágenes mentales.

Esto se percibe claramente en la lámina 51, de una chica de 12 años que se encontraba en sexto de Primaria en el momento de la realización. Como puede verse, la autora ha acudido a su archivo mental para la construcción de una escena de marcado carácter realista, por lo que entendemos que su lenguaje gráfico ya no está formado por los esquemas geométricos que tanto les ayudaron a avanzar en la traducción de ese conjunto de imágenes que conforman el pensamiento visual.

5. LA GEOMETRÍA A TRAVÉS DE LA HISTORIA

5.1. Introducción

En los capítulos precedentes, hemos abordado algunas consideraciones fundamentales acerca del pensamiento visual del ser humano, puesto que toda representación gráfica tiene una imagen mental previa que sirve de guía al dibujo que vaya a realizarse; posteriormente, se estudia la formación del pensamiento visual del niño a partir de los postulados de tres grandes autores: Georges-Henri Luquet, Rudolf Arnheim y Elliot W. Eisner; para concluir con el estudio de las formas y relaciones geométricas básicas que nacen en el dibujo de los escolares.

La fundamentación teórica podría haberse cerrado con esos tres capítulos; sin embargo, y dado que este trabajo de investigación, por un lado, articula distintas disciplinas de conocimiento: educación artística, imagen y lenguaje gráfico-visual, psicología, geometría, matemáticas, y, por otro, está enfocado hacia el campo educativo, nos ha parecido pertinente incluir un capítulo dedicado al estudio de la geometría a través de la Historia. Esto ayuda a entender el paralelismo que puede establecerse entre las formas geométricas básicas que nacen de modo espontáneo en el ser humano y la génesis y evolución de las mismas dentro del pensamiento racional y científico, enmarcada en una disciplina que globalmente recibió el nombre de matemáticas.

El desarrollo de la civilización humana y el de la matemática han ido ambas de la mano, de manera que no se podría entender la sociedad actual sin ella. Todo conocimiento en este área se gestó en una situación histórico-social concreta, en la que el tipo de matemáticas, sus objetivos y sus métodos eran distintos.

Recordemos que los descubrimientos que llevaron a cabo en el campo de las ciencias ligadas a las matemáticas por parte de los griegos, los árabes o los hindúes favorecieron los grandes viajes, las rutas comerciales, la navegación por los océanos, lo que condujo a un importante desarrollo, tanto económico como cultural, de esos pueblos, puesto que los intercambios económicos y de productos, a lo largo del tiempo, siempre han sido un factor favorable a las transformaciones y los avances de las distintas culturas. Por tanto, podemos decir que la matemática es una componente integrante básica de la vida social, estando en permanente relación con ella y que su influencia en el progreso de la cultura humana es indiscutible.

Si nos remontamos a los inicios, tenemos que saber que la matemática, entendida como disciplina racional, organizada e independiente, no existe hasta la Grecia clásica, en torno al 600-300 a.C., aunque existieron algunas civilizaciones anteriores que desarrollaron, de forma muy rudimentaria conceptos de corte matemático.

Hemos de tener en cuenta que la formación de las primitivas sociedades conllevaba rudimentarias organizaciones que, necesariamente, debían crearse a partir de ciertas ideas que remitían a conceptos matemáticos. De este modo, hacia el año 10.000 a.C., cuando los pueblos primitivos deciden establecerse sedentariamente en determinadas zonas geográficas, construyen viviendas, base de los primeros poblados, al tiempo que crean ciertas redes de comunicaciones, que son las formas embrionarias de las calles; por otro lado, se dedican a la ganadería o agricultura, como formas permanentes de producción de bienes de alimentación. Todas estas primigenias organizaciones sociales van dando sus primeros pasos como estructuras articuladas de los seres humanos, ciertamente, basadas en las formas matemáticas más elementales.

En estos avances organizativos, algunos de estos pueblos primigenios consiguieron comprender al concepto de número, pudiendo incluso operar con ellos. Una vez que surge el concepto de número, como expresión de la idea de cantidad, conduce al concepto de fracción, como parte de la unidad. Por otro lado, accedieron a las ideas geométricas más sencillas, como la recta, el círculo o los ángulos, ya que eran necesarios estos conceptos para aplicarlos a los cálculos de las superficies de los campos en los que tenían que trabajar o en el hecho de poder deslindarlos. También tenemos que considerar que no se conoce ninguna organización humana que no haya acudido a crear sus propias manifestaciones artísticas, podemos entender que, por ejemplo, la decoración geométrica de vasijas o la confección de tejidos conllevaba que conocieran los fundamentos de los conceptos geométricos más elementales.

Con respecto a lo indicado, Hofman (2002, p.6) señala que:

“Incluso allí donde el trabajo de los prehistoriadores no ha descubierto detallados pormenores sobre la cultura de la Edad de Piedra, tropezamos con conocimientos matemáticos característicos. Los edificios y las sepulturas, los adornos en armas y utensilios, en objetos de uso o embellecimiento, y sobre todo en la cerámica y los productos de trenzado o tejido, revelan un sentido de las formas y una familiaridad de alto nivel en el trabajo manual con propiedades de las figuras geométricas.”

Si hemos hecho una breve referencia a los orígenes de las matemáticas es porque consideramos interesante ofrecer una perspectiva global de todos estos avances, de

cómo el hombre fue evolucionando desde lo puramente intuitivo, hasta las demostraciones rigurosas y métodos de la actualidad.

Desconocemos si estos conocimientos eran transmitidos a las siguientes generaciones en las edades más tempranas, ya que no tenemos datos que pudieran dar validez a esta hipótesis, fuera a través de ciertos juegos o actividades que tuvieran que realizar los más pequeños; no obstante, podemos intuir que si participaban en la realización de ciertos trazados tendrían una cierta similitud a los que ejecutan en la actualidad, pues, tal como apuntan los autores que han abordado el dibujo infantil desde una perspectiva histórica (Darras, 1996; Depouilly, 1964; Goodnow, 1979), hay una sorprendente coincidencia entre los trazados infantiles actuales y los de los hombres de culturas primitivas.

5.2. Los grandes períodos

En los siguientes capítulos vamos a tomar contacto y a desarrollar la historia de las matemáticas, centrándonos principalmente en los aspectos relacionadas con la geometría, ya que es la base de la investigación que realizamos en las edades más tempranas del ser humano. Por otro lado, creemos que es importante hacer este pequeño “viaje” a través del tiempo, ya que como señala Collette (1985, p. 1) “recurrir a la historia es adquirir nuevas y atractivas perspectivas que nos ilustren sobre la naturaleza altamente abstracta de las matemáticas”.

Además, para comprender un fenómeno es necesario volver a su origen, a las ideas iniciales a partir de las cuales surgió. Es relevante conocer los éxitos y fracasos de los diferentes estudiosos, las dificultades encontradas por ellos, las circunstancias históricas y sociales que llevan a los distintos matemáticos a realizar sus descubrimientos. Consideramos que esta mirada hacia atrás, en cierto modo, se corresponde con la indagación en la formación de los conceptos matemáticos y geométricos por los que atraviesa el ser humano, teniendo en cuenta que en esta investigación se abordan esos inicios, un tanto difusos, que son los que corresponden con las edades de 3, 4 y 5 años.

Estos son motivos suficientes para realizar un estudio sobre las distintas épocas, centrándonos en los principales avances en cada una de ellas y los autores más significativos, de modo que comenzaremos estudiando la geometría en la antigüedad, analizando los periodos prehistóricos y protohistóricos en relación con los inicios en esta área de las matemáticas.

Tras una breve introducción a los estadios iniciales del conocimiento matemático y geométrico de los periodos indicados, desarrollaremos de un modo algo más amplio los

avances que se produjeron en Babilonia y Egipto. Estas dos grandes culturas, que son referentes en gran parte de las distintas disciplinas del saber humano, merecen sendas referencias, en las que analizaremos los principales avances que se dieron en estas áreas de Oriente Medio y del norte de África, haciendo una pequeña alusión a sus autores más conocidos.

Debido a la importancia que la antigua civilización griega ha tenido a lo largo de la Historia en el tema que nos ocupa, dedicaremos un capítulo a los estudiosos de esta época en Grecia, distinguiendo tres periodos: a) la matemática antes de Euclides, destacando entre los autores más relevantes a Tales de Mileto y a Pitágoras, b) las aportaciones del propio Euclides junto a la escuela de Alejandría, y c) la matemática después de Euclides, centrándonos en las figuras de Arquímedes y Apolonio. En un último apartado dentro de la geometría griega, abordaremos los tres grandes problemas de la antigüedad relacionados con la geometría, como son la duplicación del cubo, la trisección del ángulo y la cuadratura del círculo.

El capítulo quinto del marco teórico está dedicado a la matemática en Oriente. Dentro de él distinguiremos tres apartados, en los que analizaremos las principales aportaciones de los diferentes matemáticos en China, la India y el Islam, así como las distintas conexiones que pudieron darse entre ellos.

En el siguiente apartado hacemos un recorrido por la matemática medieval en Europa, teniendo en cuenta los principales autores en Oriente y Occidente.

Posteriormente, analizamos los avances producidos durante el Renacimiento europeo, que supusieron el nacimiento de la geometría moderna, distinguiendo la geometría proyectiva de la geometría analítica. Completamos este estudio haciendo referencia a algunos de los principales matemáticos del Renacimiento.

Puesto que los avances que se producen en el campo de las matemáticas son verdaderamente amplios, cerramos los últimos capítulos centrándonos, lógicamente, en la geometría. Así pues, la estudiaremos en el Barroco, la Ilustración y la Edad Contemporánea, destacando los principales avances que se producen en cada una de estas etapas.

5.3. La geometría en la antigüedad

5.3.1. Los periodos prehistórico y protohistórico

Historiadores y antropólogos coinciden en señalar que los inicios del pensamiento en

el hombre, tal como podemos entenderlo desde nuestra perspectiva actual, se podría ubicar cronológicamente hacia unos cuarenta y dos mil años. Debemos entender que estas primitivas formas de pensamiento estaban realizadas sobre la realidad concreta en las que vivía ese primigenio ser humano y que el pensamiento matemático, que implica necesariamente abstracción se produce siglos después de la formación del pensamiento ligado al lenguaje.

Los inicios de las primeras manifestaciones matemáticas se encuentran necesariamente en el pensamiento numérico, ya que la cantidad supone una abstracción del objeto material visible y palpable para conceptualizarlo como una idea intangible. Así pues, la aparición de los números supone un enorme salto cualitativo en el pensamiento humano. Pero esta invención, transmisible lingüísticamente, tenía que plasmarse visualmente con la creación de símbolos gráficos que sirvieran para representarlos.

Stewart (2009, p.12) señala que “todo empezó con pequeñas fichas de arcilla, hace 10.000 años en el Próximo Oriente”, con las que los contables registraban de quién era cada cosa. Para evitar su falsificación, estas fichas eran introducidas en vasijas de barro precintadas. En ellas se fueron poco a poco marcando en el exterior el número y tipo de fichas que contenían. Con el paso del tiempo se hicieron más elaboradas y especializadas, hasta dar lugar a un conjunto de símbolos numerales escritos.

Con respecto a los comienzos de las expresiones geométricas, conviene señalar que seguramente se encuentran en los propios orígenes de la humanidad, pues el hombre primitivo clasificaba, aunque de manera inconsciente, los objetos que le rodeaban según su forma o tamaño, al modo en que lo hacen los niños pequeños en la actualidad. En la abstracción de estas formas, es decir, en la búsqueda de los rasgos comunes de cada una de las configuraciones se da el proceso de conceptualización necesario para la aparición del primer acercamiento, informal e intuitivo, a lo que hoy podemos denominar como la geometría.

Los trabajos de los historiadores de la Prehistoria han descubierto que, ya en la Edad de Piedra, encontramos conocimientos matemáticos característicos, que revelan un sentido de las formas y una familiaridad en el trabajo manual con las propiedades de las figuras geométricas. Conocían, pues, el triángulo equilátero e isósceles, el cuadrado y rectángulo, el círculo y el hexágono regular inscrito en él, la esfera, el cilindro, el prisma rectangular, el cubo, el tetraedro y octaedro regulares y otros semejantes. También tenían nociones de simetría utilizados normalmente, en el relleno ornamental

de superficies (Rey Pastor, 1985; Boyer, 1986).

En este sentido, son varios los autores que se plantean si fueron las necesidades prácticas las que impulsaron el desarrollo de esta disciplina, o si también intervino el sentido estético y religioso, los cuales hicieron que el hombre se interesase por determinadas formas y por el orden.

Con respecto a lo indicado, Rey Pastor (1985, p. 13) nos indica que:

“En la mente y en la acción del hombre prehistórico no están ausentes los números más simples, las formas más elementales y la ordenación más visible de las cosas. Es el hombre que da nombre a las cosas y a los actos; que conserva el fuego e imagina trampas para cazar animales; que construye viviendas y tumbas; que observa el movimiento de los astros y destaca direcciones especiales; que computa distancias con su cuerpo y sus pasos; que graba escenas de un impresionante realismo; en este hombre y en esas actividades están prefigurados los conceptos básicos de la matemática: número, medida, orden”.

De igual modo, otro autor de gran relevancia como es Boyer (1986) nos dice que el desarrollo de la geometría pudo haberse visto estimulado tanto por las necesidades prácticas de la construcción y de la agrimensura como por un sentimiento estético de diseño y orden. Añade que solo podemos hacer conjeturas acerca de que fue lo que impulsó a los hombres de la edad de piedra a contar, a medir y a dibujar esquemas geométricos, pero lo que si está claro es que los orígenes de la matemática son más antiguos que las civilizaciones más antiguas.

Este mismo autor, más adelante, nos sugiere que lo mejor es dejar en suspenso la decisión sobre este tema y avanzar hacia un terreno más seguro en la historia de la matemática, tal y como se encuentra en los primeros documentos escritos que han llegado hasta nosotros.

Por tanto, y de acuerdo con los planteamientos anteriores, el desarrollo de la geometría pudo haberse visto estimulado cuando los hombres y mujeres de la Edad de Piedra empezaron a contar, a medir y a dibujar esquemas geométricos. La ornamentación esquemática abstracta de vasos, cerámicas y ciertos utensilios así lo parecen confirmar, aunque son muy pocos los documentos o instrumentos encontrados que nos permitan demostrar o invalidar las teorías que han ido apareciendo.

A pesar de las dificultades de concreción temporal, hay que apuntar que la geometría como disciplina tiene un prestigio milenario. Gracias a los datos de la arqueología y la antropología, se han intentado esclarecer las primeras actividades manifiestas del hombre prehistórico, entre las que se incluyen determinar las dimensiones de los

campos, realizar cálculos para construir canales de riego, etc., para los que eran necesarios el dominio de operaciones básicas de aritmética, al igual que consideraciones de tipo geométrico o el desarrollo de la cronología y el calendario.

Por su parte, Hofman (2002, p.7) añade que su nacimiento estuvo motivado por los problemas de medidas -longitudes, áreas, volúmenes- que dieron lugar a “recetas de problemas prácticos, como son: delimitación de campos, construcción de almacenes, muros de contención de los ríos, etc.”. Pronto se añadieron a estas necesidades las de usar ciertas figuras en procesos constructivos y hacer representaciones gráficas y esculturales.

Para cerrar este primer inicio del estudio de los orígenes de las matemáticas y de la geometría podemos acudir a Wussing (1998, p. 15) el cual nos indica que la forma concreta y el nivel de los conocimientos dependió de la concepción del mundo dominante en cada uno de los pueblos, y que “se puede asegurar que las matemáticas de la sociedad agraria no superaron un determinado nivel, que, por otra parte, tampoco era necesario superar”, pues se trataba de una matemática elemental aplicada a las necesidades vitales y de supervivencia de esos pueblos.

5.3.2. La civilización Babilónica

Los habitantes del Valle de Mesopotamia, a partir del 5.000 a. C., pertenecían, entre otros, a los pueblos sumerios, acadios, asirios o babilonios.

Las civilizaciones que desarrollaron estas poblaciones, que vivieron entre los ríos Tigris y Eufrates, alcanzaron un alto nivel de desarrollo, contribuyendo al desarrollo de las corrientes centrales de la matemática, tal como está constatado y que podemos encontrar en los más de medio millón de tablillas de arcilla, en las que se escribía con un estilete seco cuando la arcilla aún estaba blanda, y posteriormente eran cocidas al horno o endurecidas al sol. “Las excavaciones han puesto a la luz bibliotecas completas, que contienen, entre otros, documentación sobre temas científicos, leyes, expedientes administrativos, etc., junto con leyendas de carácter épico o religioso”, (Wussing, 1998, p. 22).

Los primitivos símbolos que representaban en las tablillas dieron paso a la escritura cuneiforme, que utilizaba una o dos sílabas para representar cada palabra. En la ciudad de Babilonia, que alcanzó gran importancia, se han encontrado aproximadamente un millón de estas tablillas, de las que algo más de trescientas incluyen textos matemáticos, esencialmente series de números, listas de problemas y relaciones geométricas. Entre

otras, calculaban la longitud de la circunferencia triplicando el diámetro y daban como valor del área del círculo el triple del cuadrado de su radio. Sabían también que el ángulo inscrito en una semicircunferencia es recto.

A partir de los indicios recogidos en los restos arqueológicos, conviene indicar que el papel de la geometría en Babilonia fue relevante en el desarrollo de esta cultura histórica. En relación a ello, Kline (1972, p. 29) nos señala que los problemas sobre divisiones de campos o fabricación de ladrillos para la construcción se convertían inmediatamente en problemas algebraicos, y “algunos cálculos de áreas y volúmenes se daban siguiendo ciertas reglas o fórmulas; sin embargo, las figuras que ilustran los problemas geométricos aparecen dibujadas toscamente y las fórmulas utilizadas a menudo son incorrectas”.

Por otro lado, hay que apuntar que en Mesopotamia los avances en el campo de la ingeniería aplicada a la agricultura estaba bastante avanzado, ya que existía un extendido sistema de regadío artificial, de modo que se produjo un gran número de textos matemáticos dedicados a problemas relativos a obras hidráulicas, como construcción de canales y diques, medición de campos o cálculos de rendimientos de los terrenos.

La geometría babilónica está íntimamente ligada a las mediciones prácticas, en las que se trataba, sobre todo, las de las figuras planas referidas a la medición de campos. Esto conllevaba a que se conociera cómo calcular las áreas de los rectángulos y de los triángulos, dado que eran frecuentes las aplicaciones geométricas para resolver problemas de herencia, ya que en varias ocasiones tenían que plantearse cómo repartir las tierras entre los herederos.

También eran conocidas las formas de medición de las áreas de los pentágonos, hexágonos y heptágonos, y, de modo especial, los babilonios estudiaron mucho el cálculo de las superficies los círculos. También existen algunos indicios de problemas referentes a sólidos para calcular áreas de graneros y otros edificios, como el cálculo de volúmenes de prismas rectos y cilindros, que resuelven multiplicando el área de la base por la altura. “El teorema de Pitágoras, al menos en cuanto a su contenido, era ya conocido en la matemática mesopotámica, mucho antes, por lo tanto, de Pitágoras” (Wussing, 1998, p.23).

Los babilonios eran unos excelentes geómetras. Como consecuencia de los avances que obtuvieron en esta disciplina, se sentían fascinados por la astronomía, es decir, por el conocimiento de los elementos que se encuentran en la bóveda celeste. En esta

disciplina alcanzaron un gran avance y una alta precisión en los cálculos realizados. A las doce constelaciones del zodiaco las bautizaron asignándole un nombre a cada una de ellas. Para un mejor conocimiento, dividieron cada una de ellas en 30 partes iguales, es decir, dividieron el círculo zodiacal en $12 \times 30 = 360$ partes. Este zodiaco les serviría para elaborar calendarios y almanaques muy útiles para el cultivo de los cereales.

De este modo, y como consecuencia de las aplicaciones prácticas de los avances en el ámbito del conocimiento matemático, junto a la geometría nace y se desarrolla la astronomía.

De la cultura babilónica hemos heredado la división de la circunferencia en 360 grados, la de cada grado en 60 minutos y cada minuto en 60 segundos. Sus avances han llegado hasta nuestros días, por lo que podemos decir que la “patente” de nuestra manera de contar el tiempo se la debemos también a ellos.

También crearon el sistema de numeración sexagesimal (de base 60), que superó a todos los sistemas numéricos de la antigüedad. El modo de expresarlo consistía en yuxtaponer linealmente unidades cuneiformes y corchetes mediante los cuales representaban los números hasta el 59. El resto de los demás números se explican a través del sistema sexagesimal posicional, por lo que eran necesarias tablas de multiplicar para lograr los cálculos.

5.3.3. *El antiguo Egipto*

La civilización de los antiguos egipcios fue una de las más grandes de la antigüedad. Eran unos grandes constructores, tenían un sistema de creencias y ceremonias religiosas muy desarrollado, y registraron casi todos sus logros. Sin embargo en matemáticas fueron más bien modestos.

Tenían un sistema para escribir los números naturales simple y directo, decimal, utilizando símbolos para los números 1, 10, 100, 1000... que repetían hasta nueve veces combinándolos y luego los sumaban. Una vez que aprendían a contar, las técnicas para calcular sumas y restas eran fáciles de aprender; la multiplicación y la división se basaban en una técnica de duplicación y división por dos. Conocían las fracciones, que representaban con símbolos específicos. Poseían un calendario, en el que se dividía el año en 12 meses de 30 días más cinco días festivos.

Podemos encontrar en la cultura egipcia una culminación de geometría aplicada tanto ligada a la resolución cotidiana de problemas como a la creación artística, aunque su enseñanza fue restringida a una minoría de la jerarquizada sociedad egipcia.

Las primeras civilizaciones mediterráneas adquieren poco a poco ciertos conocimientos geométricos de carácter eminentemente práctico. La geometría en el Antiguo Egipto estaba muy desarrollada, como admitieron Heródoto, Estrabón y Diodoro, que aceptaban que los egipcios habían "inventado" la geometría y la habían enseñado a los griegos; aunque lo único que ha perdurado son algunas fórmulas –o, mejor dicho, algoritmos expresados en forma de "receta"– para calcular volúmenes, áreas y longitudes, cuya finalidad era principalmente práctica, pues se pretendía, por ejemplo, calcular la dimensión de las parcelas de tierra para reconstruirlas después de las inundaciones anuales. De allí el nombre de Geometría, palabra formada por las raíces griegas "geo" (tierra) y "metrón" (medida), por lo tanto, su significado es "medición de la tierra".

Al igual que los babilonios, los egipcios consideraban la geometría como una herramienta práctica, aplicando la aritmética y la geometría a todo tipo de problemas de áreas, volúmenes y otras situaciones geométricas. Según lo registra la historia, los conceptos geométricos que el hombre ideó para explicarse la naturaleza nacieron -en forma práctica- a orillas del río Nilo, en el antiguo Egipto. Las principales causas fueron tener que remarcar los límites de los terrenos ribereños y construir diques paralelos para encauzar sus aguas, lo cual era necesario debido a los desbordes que causaban las inundaciones periódicas. Pero el verdadero motivo era que las clases altas conocían de esta manera cuánto sembraban sus súbditos para luego saber cuánto debían cobrarles de impuestos. Para medir las tierras los egipcios aprendieron a calcular el área de los rectángulos y de los triángulos, usando cuerdas para calcular longitudes, y para medir los ángulos utilizaban un aparato, que todavía se emplea en la actualidad, llamado "Alidada de Pínula".

La mejor fuente de información sobre los conocimientos matemáticos de los egipcios son los papiros, procedentes de una planta acuática parecida al junco, algunos de los cuales han resistido al deterioro durante 3500 años. Los denominados Papiro de Rhind, también conocido como Papiro de Ahmes, y Papiro de Moscú, "datan probablemente del siglo XVIII a. n. e., aunque por su contenido podrían tratarse de documentos más antiguos" (Wussing, 1979, p. 16). A pesar de que sólo son un conjunto de métodos prácticos para obtener diversas áreas y volúmenes, implican un sólido conocimiento teórico previo para llegar a obtener estos métodos meramente didácticos, destinados al aprendizaje de escribas.

La información más extensa está contenida en el papiro Rhind, el cual contiene 85

problemas aritméticos, de estereometría, geométricos referentes a las pirámides y de carácter práctico. Es posible que estos problemas se les presentasen a los escribas en su trabajo, y por tanto tenían que resolverlos, aunque también tienen una intención pedagógica, pues aparecen problemas típicos y sus soluciones.

Entre otros, en el problema 50 emplean una regla para cuadrar el círculo, es decir, para obtener su área en relación con la de un cuadrado “equivalente”, tomando como lado del cuadrado el diámetro del círculo disminuido en un noveno del mismo; de este modo, fueron capaces de hallar un valor para la razón circunferencia/diámetro de 3,16 lo que supone una aproximación bastante aceptable, y que mejoraba la babilónica.

Los egipcios también consiguieron calcular la longitud de la circunferencia, basándose en la razón que existe entre el área del círculo y su circunferencia, que es igual a la que existe entre el área del cuadrado inscrito y el perímetro de aquél. Siguiendo a Boyer (1986), “esta sorprendente observación correcta representa una relación geométrica de una importancia matemática y de una precisión mucho mayores que la de la relativamente buena aproximación de π ... el descubrimiento por parte de los egipcios de relaciones mutuas entre figuras geométricas frecuentemente se ha pasado por alto, y sin embargo es precisamente ahí donde llegaron a aproximarse más en su actitud a la de sus ilustres sucesores los griegos. En la matemática egipcia no nos encontramos con ningún teorema ni demostración formal, pero lo que sí que es cierto es que en algunas de las comparaciones geométricas que se hicieron en el Valle del Nilo, tales como las que se refieren a las áreas y perímetros de círculos y cuadrados que hemos visto, están entre las primeras propiedades exactas relativas a figuras curvilíneas que se han formulado a lo largo de la historia”.

Por tanto, los antiguos egipcios podían calcular el área de triángulos, rectángulos y trapecios; conocían también las fórmulas para calcular volúmenes de cilindros y prismas rectos, y del volumen del tronco de pirámide de base cuadrada. Así mismo, poseían una buena aproximación del número π ($3 \frac{1}{6}$), y tenían nociones de semejanza y proporcionalidad. También tenían reglas para calcular el volumen de un cubo, un paralelepípedo, un cilindro y otras figuras sencillas. Todas estas reglas no aparecen expresadas en símbolos, sino que viene dada para números concretos; nadie cree que los egipcios dispusieran de una estructura deductiva, basada en axiomas.

Los antiguos historiadores nos relataron que el conocimiento de esta civilización sobre geometría –así como los de las culturas mesopotámicas– pasó íntegramente a la cultura griega a través de Tales de Mileto, los pitagóricos, y esencialmente de Euclides.

5.4. La geometría griega

5.4.1. *La geometría griega antes de Euclides*

A medida que la actividad cultural en Mesopotamia y Egipto va perdiendo intensidad, se prepara una verdadera revolución cultural asentada en las costas del Mediterráneo. Collette (1985) nos indica que algunas tribus del norte, los dorios y jónicos, habían emigrado a la península griega, a las islas del Egeo y a regiones costeras de Asia Menor. A partir de los siglos XII y XI a. C., el uso del hierro y el bronce mejoran los medios de producción y las armas; la artesanía, la minería, la construcción naval o el comercio, entre otros, alcanzan grandes progresos, lo que favorece el desarrollo económico, que dio lugar en los siglos VIII y VII a. C., a la formación de un ambiente intelectual propio para el nacimiento del pensamiento científico.

En este contexto, los mercaderes, negociantes y pensadores griegos comenzaron a viajar directamente a los antiguos centros del saber en Egipto y Babilonia, donde establecieron contacto con los bienes culturales, y especialmente con la matemática, con las que no solo se enriquecieron notablemente, sino que la transformaron en una ciencia deductiva al incorporar demostraciones en base a razonamientos, superando el carácter empírico que tuvo hasta este momento. En este sentido, Boyer (1986) nos señala que la historia de los griegos se remonta al segundo milenio a. C., cuando procedentes del norte, presionaron implacablemente como invasores desprovistos de cultura alguna; no llevaban consigo ninguna tradición matemática ni literaria, y sin embargo parecen haberse mostrado ansiosos de aprender, y no les llevó mucho tiempo el mejorar aquello que les habían enseñado.

Ciertamente, tal como nos indica Boyer (1986), los griegos no se mostraron dispuestos simplemente a recibir y continuar las antiguas tradiciones, sino que se apropiaron literalmente de la materia de una manera tan sistemática que no tardó en adquirir en sus manos una forma radicalmente distinta, dando como resultado lo que iba a ser desde sus comienzos: la matemática griega.

Queda claro por tanto, que la matemática griega se construyó a partir de conocimientos tomados de civilizaciones anteriores. Collette (1985, p. 66, vol. I) nos indica que “las matemáticas prehelénicas estudiadas por el filósofo griego se convierten en una ciencia deductiva cuyas características y resultados no dejan de asombrar”.

La geometría griega fue la primera en ser formal. Se basa en los conocimientos concretos y prácticos de las civilizaciones egipcia y mesopotámica, y da un paso de

abstracción al considerar los objetos como entes ideales –un cuadrado ideal, en lugar de una pared cuadrada concreta, un círculo en lugar del ojo de un pozo, etc.– que pueden ser manipulados mentalmente, con la sola ayuda de regla y compás.

Aparece por primera vez la demostración como justificación de la veracidad de un conocimiento aunque, en un primer momento, fueran más justificaciones intuitivas que verdaderas demostraciones formales. La mente de los griegos dará pensadores con un espíritu ordenado y sistematizador, “actuando de forma abstracta e intelectual y remontándose a los principios alumbrará leyes generales...enseguida realiza el tránsito de lo meramente empírico a lo teórico, apareciendo las primeras concepciones sobre prueba, demostración, axioma o teorema” (Durán, 2000, p.24).

La influencia de Egipto y Babilonia debió ser muy importante en Mileto, en la que nacieron la filosofía, la matemática y otras ciencias. Esta ciudad fue nudo de rutas comerciales y tenía un floreciente mercado, era rica en razas y culturas diferentes, y su situación en la costa griega permitió a sus habitantes entrar en contacto con pueblos y problemas diversos que estimularon su actividad intelectual (Rey Pastor, 1984). La adopción de un alfabeto, con el que pudieron registrar tanto su historia como sus ideas, así como la disponibilidad de papiro, que contribuyó a la difusión de las ideas, pueden explicar el florecimiento cultural que se produjo en Grecia en torno al 600 a. C.

5.4.2. *La geometría en Tales de Mileto*

Considerado el fundador de las matemáticas griegas, Tales de Mileto (s. VI a. C.) residió en Egipto durante una larga temporada de su vida, aprendiendo de los sacerdotes y escribas egipcios todo lo referente a sus conocimientos en general, y estos quedaron asombrados cuando fue capaz de medir la altura de la Pirámide de Keops a partir de la longitud de su sombra utilizando un bastón de altura conocida, o de predecir un eclipse solar. “Hombre sumamente interesante y polifacético, quien ya en la antigüedad era considerado uno de los siete sabios” (Wussing, 1998, p.32), fue famoso por ser gran estadista, comerciante, ingeniero, astrónomo, filósofo y matemático. A él se le atribuyen la demostración, entre otras muchas, de algunas de las proposiciones relativas a los ángulos y al círculo. Por otro lado, se le tenía por un astuto comerciante, dado que sus cálculos matemáticos inteligentemente los aplicaba a las transacciones comerciales.

Tenido, tal como hemos indicado, por “uno de los siete sabios de Grecia” (Rey Pastor, 1984, p. 39, vol. I), Tales fue el primer filósofo griego “al que se le atribuyen conocimientos matemáticos precisos” (Collette, 1985, p. 71, vol. I), el primero que

intentó dar una explicación física del Universo, que para él era un espacio racional pese a su aparente desorden. Sin embargo, no buscó un Creador en dicha racionalidad, pues consideraba que todo nacía del agua, la cual era el elemento básico del que estaban hechas todas las cosas, ya que suponía que la Tierra flotaba en un océano infinito.

Fundó la primera de las escuelas o centros en los que un grupo informal de matemáticos realizaba sus actividades dirigidas por uno o más sabios de los que aprendían. Entre sus discípulos conviene citar a los filósofos Anaximandro, Anaxímedes, Anaxágoras e incluso el mismo Pitágoras, gran matemático que, más tarde, fundaría su propia escuela al sur de Italia.

En geometría, y en base a los conocimientos adquiridos en Egipto, elaboró un conjunto de teoremas generales y de razonamientos deductivos a partir de estos. Todo ello fue recopilado posteriormente por Euclides en su obra Elementos, pero se debe a Tales el mérito de haber introducido en Grecia el interés por los estudios geométricos.

Según Collette (1985), el paso decisivo en la sociedad griega del empirismo al carácter científico lo podemos encontrar entre los siglos VI y III a. C. Según Proclo, Tales fue el primero que, habiendo estado en Egipto, introdujo esa doctrina, la geometría, en Grecia. A Tales se unirían, junto con sus respectivas escuelas, nombres tan singulares como Pitágoras, Heráclito de Efeso, Hipócrates de Quío, Eudoxo, Euclides, Arquímedes, Apolonio, Demócrito, etc., quienes pusieron un gran interés en algunos problemas que sirvieron posteriormente de fundamento al desarrollo de la geometría, ya que fijaron su atención en la búsqueda de nuevas propiedades de las figuras, bien de carácter general o teoremas, bien de índole particular o construcciones. Por otro lado, a este autor se le atribuyen distintos teoremas y proposiciones sobre geometría, que han llegado hasta nuestros días con el nombre del autor.

Los resultados fueron cuantiosos, los nuevos métodos para resolver problemas brillantes, y el grado de abstracción ejemplar. El conocimiento geométrico pasó de maestros a discípulos, accediendo a este conocimiento por vocación y acercándose a un núcleo de estudio. Siguiendo a Collette (1985, p.72, vol. I), podemos “afirmar que Tales facilitó el camino a sus sucesores al abrir la puerta de la organización racional de las matemáticas”. Así, Rey Pastor (1984) nos señala que el principal interés en sus contribuciones en geometría consiste en algunas propiedades teóricas y algunos problemas prácticos referidos a las propiedades generales de rectas, igualdad entre ángulos y semejanzas de figuras.

Desde el punto de vista empírico, a Tales se le atribuyen soluciones prácticas a

problemas que surgían en su época, como es el cálculo de la distancia de un buque a la playa usando triángulos semejantes. Más importante aún el de haber hecho de la matemática una ciencia abstracta y de dar demostraciones deductivas de algunos teoremas.

5.4.3. *La geometría en Pitágoras*

“Pitágoras fue el verdadero creador de la matemática pura, transformándola en un arte liberal” (Durán, 2000, p. 30). Su figura y la de la escuela por él creada, los pitagóricos, tienen un papel central en el desarrollo de las matemáticas, pues eleva a la categoría de elemento primigenio el concepto de número, filosofía que de forma, más o menos explícita, siempre ha estado dentro de la matemática y de la física, arrastrando a la geometría al centro de su doctrina —en este momento inicial de la historia de la matemática aún no hay una distinción clara entre geometría y aritmética—, y asienta definitivamente el concepto de demostración como única vía de establecimiento de la verdad en geometría. Hace, pues, de la geometría una ciencia independiente del empirismo, “una ciencia racional a través de la idea y la práctica de la demostración” (Durán, 2000, p. 32).

Recordemos que Pitágoras (582-496 a.C.) era originario de la isla de Samos, situada en el Mar Egeo. Estuvo algún tiempo estudiando con Tales de Mileto, y, dado su espíritu y pasión por el conocimiento, viajó a otros países, entre ellos Egipto y Babilonia.

En la época de este filósofo, la isla de Samos era gobernada por el tirano Polícrates, y puesto que el espíritu libre de Pitágoras no podía avenirse a esta forma de gobierno, emigró hacia el occidente, fundando en Crotona (al sur de Italia) una asociación que no tenía el carácter de una escuela filosófica sino más bien el de una comunidad religiosa.

Así, “Pitágoras y su escuela pertenecen por igual a la ciencia y a la filosofía, a la mística y a la política; pues Pitágoras no fue solo un filósofo, sino también un sacerdote de ritos arcaicos y hasta un político” (Rey Pastor, 1984, p. 43, vol. I). Por este motivo, puede decirse que las ciencias matemáticas han nacido en el mundo griego de una corporación de carácter religioso y moral. Ellos se reunían para efectuar ciertas ceremonias, ayudarse mutuamente y vivir en comunidad, practicando ciertos ritos secretos, y estudiando filosofía, matemáticas y ciencias naturales.

El símbolo de la Escuela de Pitágoras, por medio del cual se reconocían entre sí, era el pentágono estrellado, que ellos llamaban pentalfa (cinco alfas). En esta escuela “los

números no son el resultado de un proceso de abstracción llevado a cabo por el hombre a partir de una realidad objetiva, sino entes objetivos por sí mismos, dotados de cualidades como el amor y el odio, lo masculino y lo femenino” (Wussing, 1998, p. 35); se entraba una vez que se prestaba juramento al número diez, y todos los documentos se mantenían de manera oral, no pudiendo nadie divulgarlos. En la Escuela Pitagórica podía ingresar cualquier persona, incluso mujeres, algo no muy usual en esta época ni en las siguientes, ya que en muchos pueblos, no eran admitidas en las escuelas, ya que se consideraban estrictamente masculinas.

La influencia de Pitágoras fue muy grande entre otros grandes filósofos y matemáticos de aquella época, ya que entre sus seguidores caben destacar a Filolao, Hipasos, Teodoto, Hipócrates de Quios y Arquitas. Por otro lado, conviene recordar que este gran matemático llegó a conocer a Tales de Mileto, encuentro que dio lugar a una amistad entre ambos.

Recordemos que para los pitagóricos la Tierra no solo era esférica, sino que no ocupaba el centro del universo. Para ellos, la Tierra y los planetas giraban, a la vez que el sol, en torno al fuego central o *corazón del Cosmos* (identificado con el número uno), al tiempo que el mundo aspira el aire de la masa sin límites que lo envuelve, siendo el aire lo ilimitado.

Los planteamientos de los pitagóricos, varios siglos después, permitieron la medición del radio de la Tierra por Eratóstenes, así como el cálculo la distancia de la Tierra a la Luna, y la investigación y establecimiento de la teoría de las palancas por Arquímedes.

Uno de los aspectos más influyentes de esta escuela “es la creencia de que el universo se funda en los números” (Stewart, 2009, p. 27), teniendo como místicos a los números 1, 2, 3 y 4, que fueron objeto de veneración. En cuanto a los números, los pitagóricos los consideraban como los componentes últimos de los objetos materiales del mundo real, por lo que no tenían una existencia separada de los objetos sensibles, ya que para ellos eran algo así como los átomos.

Debido a la influencia política que tuvo la Escuela pitagórica en esa época, que era contraria a las ideas democráticas existentes, se produjo, con posterioridad al año 500, una revuelta contra ellos, siendo maltratados e incendiadas sus casas. Esto dio lugar que Pitágoras se viera obligado a huir a Tarento, ciudad situada al sur de Italia. Su final es un tanto incierto, por lo que algunos piensan que, unos años más tarde, murió asesinado en otra revuelta popular en Metaponto.

Una de las grandes herencias de Pitágoras es el carácter esencialmente deductivo de

la geometría y el encadenamiento lógico de sus proposiciones, cualidades que se conservan hasta nuestros días en los desarrollos matemáticos. Por otro lado, se pone un gran énfasis en el hecho de que los objetos matemáticos, números y figuras geométricas son abstracciones, ideas producidas por la mente y claramente distintas de los objetos o imágenes físicas.

De este modo, la base del filósofo y matemático de Samos fue la ciencia de los números, así como el estudio de la geometría. En relación con lo anterior, Collette (1985, p. 74) añade que “los números figurados, concebidos como los números de puntos en ciertas configuraciones geométricas, constituyen un nexo directo entre la geometría y la aritmética”, de modo que en su nomenclatura se habla de números triangulares, cuadrados, pentagonales y hexagonales.

Hay que hacer notar que Pitágoras especialmente se hace famoso por haber demostrado la proposición 47 del libro primero de Euclides, al descubrir (aunque parece que pudo haberlo conocido en Babilonia) el postulado geométrico que lleva su nombre: el Teorema de Pitágoras. Este se basa en que los lados de un triángulo rectángulo forman cuadrados, y si sumamos la superficie de los cuadrados de los lados menores obtendremos la superficie de los cuadrados del lado mayor, también conocidos como hipotenusas.

Un caso particular que nace de este teorema lleva a sus seguidores a descubrir los números irracionales (Rey Pastor 1984, vol. I). De este modo, en el seno de la escuela o secta de los pitagóricos, surge la primera crisis de la matemática con la aparición de las razones inconmensurables, es decir, las que no se pueden expresar por medio de números enteros ni fraccionarios. Uno de los seguidores de Pitágoras, llamado Hipasos de Metaponto, descubrió que la diagonal de un cuadrado cuyo lado mide la unidad no es una fracción exacta, sino un número irracional. Esto supuso un duro golpe para los pitagóricos y su creencia casi religiosa de que el universo estaba enraizado en los números naturales y en las fracciones de números enteros. Esta crisis es de carácter más aritmético que geométrico, y la plantearon por el método de demostración indirecta o *reductio ad absurdum*, que coincide con la demostración moderna de la irracionalidad de la raíz cuadrada del número dos. En la actualidad, las razones inconmensurables se explican por medio de los números irracionales, pero los pitagóricos nunca habrían aceptado estos números.

El problema anteriormente expuesto hizo que los pitagóricos, que hasta ese momento habían identificado número y geometría, dejaran de hacerlo, resignándose a considerar

razones numéricas únicamente para el caso de los conmensurables. Más tarde, la teoría griega de los números irracionales, desarrollada por Eudoxo, encontró una manera de definirlos y trabajar con ellos.

Además, a la escuela pitagórica se le atribuyen muchos de los teoremas sobre triángulos, rectas paralelas, polígonos, círculos, esferas y polígonos regulares. Se debe también a “Pitágoras la construcción de las figuras cósmicas o sólidos regulares” (Collette, 1985, p. 79, vol. I), de acuerdo con la definición “un poliedro es regular si sus caras son polígonos regulares iguales y sus ángulos poliédricos son todos iguales”, por la cual se deduce que solamente el tetraedro, el cubo o hexaedro, el octaedro, el dodecaedro y el icosaedro son poliedros regulares. Rey Pastor nos señala que “las contribuciones más importantes y numerosas son geométricas” (1984, p. 45, vol. I) más que aritméticas, a pesar de su interés por los números.

Los pitagóricos también se enfrentaron a un pequeño problema de Lógica, que enuncian y resuelven de la siguiente forma: una demostración parte de una o varias hipótesis para obtener un resultado denominado tesis. Así, la veracidad de la tesis dependerá de la validez del razonamiento con la que se ha extraído y de la veracidad de las hipótesis, aspectos que serán estudiados por Aristóteles al crear la Lógica. Pero entonces hay partir de hipótesis ciertas para poder afirmar con rotundidad la tesis. Para poder determinar la veracidad de las hipótesis, habrá que considerar cada una como tesis de otro razonamiento, cuyas hipótesis deberemos también comprobar. Se entra aparentemente en un proceso sin fin en el que, indefinidamente, las hipótesis se convierten en tesis a probar.

5.4.4. Euclides y la escuela de Alejandría

Rey Pastor (1984, vol. I) nos indica que muy poco se conoce acerca de la vida de Euclides, aunque se cree que vivió en tiempos de Ptolomeo I, hacia el año 300 a.C. Poco antes, en torno al 331 a.C., Alejandro Magno había conquistado casi todo el mundo civilizado conocido hasta entonces, lo que produjo un gran intercambio cultural entre Oriente y Occidente, que hizo perder a Atenas su preponderancia. En estos momentos, Alejandría se convirtió en el foco cosmopolita de cultura, un lugar propicio a partir del cual se extendería la influencia helénica por todo el mundo “gracias a la encomiable labor de mecenazgo cultural y científico de Ptolomeo I y su dinastía que establecieron una de las instituciones científicas más relevantes en toda la Historia de la Cultura” (Durán, 2000, p. 26), al mismo tiempo que se produjo una fusión con el saber

oriental.

En esta ciudad se creó “la gran Biblioteca de Alejandría, que sustituyó pronto a la Academia como el centro de estudios más importante del mundo” (Dunham, 1993, p. 55), y que estaba destinada a conservar los documentos originales, así como facilitar al público el acceso directo a más de 600.000 papiros que trataban de todos los temas conocidos en la época. Más adelante, Dunham (1993, p. 55) indica que esta ciudad “seguiría siendo el foco intelectual del mundo mediterráneo durante las épocas griegas y romanas, hasta su destrucción final por los árabes en el año 641 de nuestra era”. Este hecho hizo que muchos eruditos, entre ellos Euclides, se sintieran atraídos por esta ciudad.

Muy vinculado al Museo de Alejandría y a su Biblioteca, Euclides plantea un sistema de estudio en el que se da por sentado la veracidad de ciertas proposiciones por ser intuitivamente claras, y propone deducir de ellas todos los demás resultados. Ferreiros (2003, p. 18) señala que “el tratado de Euclides marca el punto de inflexión de una tradición de composiciones de *Elementos* geométricos, que borra tras de sí todos los precedentes en esta línea”. Más adelante, este autor añade que “constituye el paradigma no solo de las obras de este género, sino de la matemática griega clásica”. Sobre tan solo cinco postulados, y las definiciones que precisan, construye toda la geometría y la aritmética conocidas hasta el momento.

Euclides, además, escribió al menos diez textos sobre matemáticas, pero solo sobreviven completos cinco de ellos, y todos a través de copias posteriores. Los cinco supervivientes son: *los elementos*, *la división de figura*, *los datos*, *los fenómenos* y *la óptica*. De los cinco restantes se conservan alguna parte.

Su sistema se sintetiza en su obra cumbre, *Los Elementos*, “el libro de matemáticas que cosechó sin duda el mayor éxito de todos los tiempos” (Wussing, 1998, p.52), que “ha convertido a Euclides en uno de los nombres más famosos de la historia de las matemáticas” (Dunham, 1993, p.55) y que su sistema y método fueron “tan fecundos que no solo la obras de Euclides eclipsó otros *Elementos* redactados anteriormente sino que no se poseen datos de obras análogas posteriores a las de Euclides” (Rey Pastor 1984, p. 71, vol. I). Fue escrito hacia el año 300 a.C. en trece volúmenes, aunque algunas ediciones incluyen dos teoremas más debidos probablemente a otros autores, constando de 465 proposiciones, 93 problemas y 372 teoremas.

La obra constituye un modelo de sistema axiomático-deductivo, por lo que se considera como el libro de texto de la época, que es usado tanto por sus alumnos como

por sus oyentes adultos en su escuela de Alejandría. Ofrece un tratamiento definitivo de la geometría de dos dimensiones, el plano, y tres dimensiones, el espacio. En esta obra Euclides recoge gran parte del conocimiento geométrico de la época y, en lugar de limitarse a una recopilación, estructura todo el saber en forma lógico-deductiva: nociones comunes, postulados, axiomas, teoremas, etc., por lo cual la geometría adquiere rango universal. Para Dunham (1993, p. 56) “la gran genialidad de Euclides no consistió tanto en crear unas matemáticas nuevas sino en presentar las antiguas de una manera completamente clara, organizada y lógica”.

Collette (1985, p. 105, vol. I) nos indica que “contrariamente a las ideas más extendidas al respecto, *Los Elementos* no están consagrados exclusivamente a la geometría, sino que contienen ideas sobre la teoría de números y el álgebra elemental tratada geoméricamente”. Como hemos señalado, la obra está dividida en trece capítulos: los seis primeros tratan de la geometría plana, los tres siguientes de teoría de números, el décimo se dedica a los segmentos inconmensurables o irracionales, y los tres últimos versan, principalmente, sobre la geometría de sólidos o estereometría.

El primero de los libros comienza con postulados sobre la construcción con compás y regla, igualdad de ángulos y paralelas; más adelante, continúa con la teoría de los triángulos y las paralelas, concluyendo con el teorema de Pitágoras y su recíproco.

El segundo contiene transformaciones algebraicas mediante métodos geométricos y la ampliación del teorema de Pitágoras. En el tercero, se trata hábilmente la teoría del círculo, destacando los teoremas sobre los ángulos inscritos en la circunferencia, el teorema de la cuerda, de la secante y de la tangente. En el cuarto, se construyen los más sencillos polígonos regulares inscritos y circunscritos a la circunferencia, la construcción del pentágono y del pentadecágono.

El libro quinto de *Los Elementos* no parece geometría convencional, utilizando un lenguaje complicado, con el que trata razones irracionales. También demuestra que existen cinco sólidos regulares -el tetraedro, el cubo, el octaedro, el dodecaedro y el icosaedro-, añadiendo que no hay otros, y que estos cinco realmente existen, pudiendo construirse geoméricamente, de modo que sus caras encajen sin error. Utiliza los pentágonos en los dos últimos, relacionándolos con la *razón extrema y media*, llamada actualmente la *razón áurea*, un número irracional. El sexto contiene aplicaciones de la teoría de semejanza, descubriendo el paralelogramo máximo entre todos los del mismo perímetro conservando los mismos ángulos.

Con esta obra, que se consolida como el texto definitivo y cuyo prestigio y uso se

prodigará durante aproximadamente dos milenios, ya que ha sido considerada como la única verdad geométrica hasta entrado el siglo XIX, Euclides instauro el método axiomático que emplean las matemáticas y otras ciencias, puesto que las 465 proposiciones que establece son deducidas a partir de trece axiomas, cinco postulados enunciados en el libro primero, que son considerados los más evidentes y sencillos, y ocho nociones comunes. Los *postulados de Euclides*, que exponen los conocimientos geométricos de la Grecia clásica, son los siguientes:

1. Por dos puntos diferentes solo se puede trazar una línea recta.
2. Todo segmento rectilíneo se puede prolongar indefinidamente.
3. Con un centro y un radio dado solo se puede trazar una circunferencia.
4. Todos los ángulos rectos son iguales.
5. Si una recta corta a otras dos formando a un lado ángulos internos, y la suma de estos es menor que dos rectos, las dos rectas prolongadas indefinidamente se encontrarán de ese lado, lo que conlleva a que dos rectas paralelas no se cortan nunca.

Siguiendo a Rey Pastor, (1984, p. 82, vol. I), las ocho nociones son:

1. Cosas iguales a una misma cosa son iguales entre sí.
2. Si a cosa iguales se agregan cosas iguales, las sumas son iguales.
3. Si de cosas iguales se quitan cosas iguales, los restos son iguales.
4. Si a cosas desiguales se agregan cosas iguales, los resultados son desiguales.
5. Las cosas dobles de una misma cosa son iguales entre sí.
6. Las mitades de una misma cosa son iguales entre sí.
7. Las cosas que se pueden superponer una a la otra son iguales entre sí.
8. El todo es mayor que la parte.

Entre los postulados en los que Euclides se apoya, hay uno, el quinto, que trae problemas desde el principio. Su veracidad está fuera de toda duda, pero tal y como aparece expresado en la obra, muchos consideran que seguramente puede deducirse del resto de postulados. Durante los siguientes siglos, uno de los principales problemas de la geometría será determinar si el V postulado es o no independiente de los otros cuatro, si es necesario considerarlo como un postulado o es un teorema, es decir, puede deducirse de los otros, y por lo tanto colocarse entre el resto de resultados de la obra.

Con respecto a la obra *Los Elementos*, Boyer (1986) señala que no es un compendio de todos los conocimientos geométricos, sino más bien un texto introductorio que cubriría toda la matemática elemental, es decir, la aritmética, la geometría sintética (de puntos, rectas, planos, círculos y esferas) y el álgebra, aunque no en el sentido simbólico

moderno, sino lo equivalente con ropaje geométrico. Hofman (2002, p. 33) nos indica que “a pesar de algunas imperfecciones y escabrosidades, es una obra de primer orden, la cual ha desplazado totalmente las obras elementales anteriores y solamente ha sido completada decisivamente con las investigaciones modernas”.

También Colette (1985, p.126, vol. I) destaca su importancia y nos indica que:

“A pesar de la imprecisión de los términos, ciertas imperfecciones de la estructura lógica, la ambigüedad de algunas afirmaciones tácitas y algunos errores encubiertos en el texto, los Elementos constituyen una obra excelente cuya influencia fue tal, que habría que esperar a los matemáticos del siglo XIX para ver aparecer una prolongación lógica de su contenido geométrico”.

La geometría en época de Euclides encarna el gran modelo del rigor, algo a lo que la filosofía y los otros saberes deberían tender. El énfasis está más en el razonamiento deductivo correcto que en la aplicabilidad, o la exactitud de la representación. Desde este momento, la geometría y la aritmética formarán apartados indiscutidos e indiscutibles de cualquier formación académica, formación que será recogida por el Imperio Romano para más tarde refugiarse en las paredes de monasterios medievales.

Las traducciones del griego al latín de *Los Elementos* desempeñarán un papel esencial en la difusión del conocimiento geométrico en Europa y tendrá una trascendencia notable en posibilitar el Renacimiento, como transformación cultural y social. En el caso árabe, veremos más adelante que, es curioso el avance de la aritmética hacia la algebrización y un remarcable conocimiento empírico de geometría para la generación de figuras artísticas. Sin embargo, el conocimiento artesanal de frisos o mosaicos no representa en absoluto un progreso científico, sino mas bien una base para una futura creación.

5.4.5. Después de Euclides: Arquímedes y Apolonio

Euclides cierra casi definitivamente la geometría griega y, por extensión, la del mundo antiguo y medieval, a excepción de las figuras de Arquímedes de Siracusa y Apolonio de Perga.

Arquímedes de Siracusa (287-212 a.C.) está considerado como el matemático más importante de la antigüedad, como un matemático original que no solo plantea problemas nuevos, sino que inventa nuevos métodos para resolverlos. “Su riqueza de pensamiento en todas las áreas de las matemáticas, en astronomía, hidrostática, mecánica y técnica, le permitió alcanzar, ya en su época, una alta reputación” (Wussing, 1998, p. 56). Para Rey Pastor (1984, p. 90, vol. I) “es el arquetipo del matemático original, que al igual que los científicos de hoy, no escribe sino monografías o

memorias originales, relativas a los más variados campos de la matemática antigua” como la aritmética, geometría, astronomía, estática e hidrostática.

Hijo de un astrónomo, Fidias, estudió en Alejandría con los sucesores de Euclides, y aunque regresó a Siracusa y permaneció allí el resto de su vida, siempre estuvo en contacto con la ciudad en la que cursó sus estudios, manteniéndose en contacto con los sabios alejandrinos.

Son famosos sus descubrimientos y muy populares sus inventos. Así, Ferreiros (2003, p. 15) señala que “nos encontramos con un talento extraordinario o temible según que aplique su ingenio a la resolución de problemas de ingeniería civil o a la fortificación y la defensa militar”. Más adelante destaca y “reconoce su genio matemático singular”. En su juventud, construyó un planetario con un mecanismo que funcionaba gracias a la potencia del agua y que reproducía los movimientos del sol, la luna y los planetas. Durante su estancia en el Valle del Nilo, ideó una bomba llamada *la hélice de Arquímedes* para elevar agua desde un río, que todavía es usada en la actualidad. Por otro lado, mostró cómo usar las palancas para mover grandes pesos y utilizó poleas compuestas para botar una galera del rey. También inventó un gran número de ingenios militares y catapultas capaces de lanzar rocas enormes para proteger Siracusa cuando era atacada por los romanos. Además, utilizó la geometría de la reflexión óptica para concentrar los rayos solares e incendiar una flota romana invasora.

Una de sus historias más famosas, narrada por Collette (1985, p.132, vol.I), es el descubrimiento de un método para determinar la falsificación de una corona de oro: un día al bañarse, observó que su cuerpo sufría un empuje hacia arriba producido por el agua, y de repente comprendió un principio que le permitiría dar solución al problema. Salió a la calle gritando “Eureka” (“Lo he encontrado”), ya que había descubierto que un cuerpo sumergido en el agua sufre un empuje hacia arriba con una fuerza igual al peso del agua desalojada. Introdujo la corona en el agua, y pudo demostrar que era falsa.

Sus escritos se presentan en forma de pequeños tratados, en lugar de realizar grandes libros, en los que sus demostraciones están perfectamente razonadas. No se conservan los originales, sino copias, como *Sobre equilibrios en el plano*, *La cuadratura de la parábola*, *Sobre la esfera y el cilindro*, *De las espirales*, *De los conoides y los esferoides* o *Medida del círculo*. Sus principales obras fueron impresas y traducidas al latín entre 1503 y 1588, ejerciendo una gran influencia en el pensamiento científico de la época.

En cuanto a sus aportaciones al campo de la matemática, tal como nos dice Collette,

(1985, p.132, vol. I):

“Buena parte de los temas tratados por Arquímedes representan una contribución original a las matemáticas de su época. Sus trabajos, que versan a la vez sobre geometría plana y geometría en el espacio, aritmética, mecánica, hidrostática y astronomía, están siempre orientados hacia el descubrimiento de nuevos conocimientos y contienen material nuevo, resultado de aproximaciones originales”.

Arquímedes será siempre recordado por su obra sobre círculos, esferas y cilindros. Dunham (1993, p. 124) nos indica que “por el año 225 a. De C., escribió un breve tratado titulado *Medida de un círculo*, cuya primera proposición daba ya un análisis penetrante del área circular”, demostrando “lo que hoy es la fórmula moderna del área del círculo, que implica π ” (1993, p. 127), dando un valor que es aproximadamente 3,14159, y cuyos resultados fueron acompañados de demostraciones rigurosas. Para calcular su valor, comparó la circunferencia de un círculo con los perímetros de dos series de polígonos, una en el interior y otra a su alrededor. Los perímetros interiores son más cortos, y los exteriores han de ser más largos que la longitud del círculo. Llegó a construir polígonos de 96 lados, con lo que demostró que el valor de π se encontraba entre 3,1408 y 3,1429.

Estudió ampliamente las secciones cónicas, introduciendo en la geometría las primeras curvas que no eran ni rectas ni circunferencias, aparte de su famoso cálculo del volumen de la esfera, basado en los del cilindro y el cono. También son numerosos sus trabajos sobre espirales, equilibrio de planos y centros de gravedad, cuadratura de la parábola, sobre los cuerpos flotantes y los círculos tangentes. Inventó métodos generales para la obtención del área de figuras planas curvilíneas y los volúmenes limitados por superficies curvas. También creó métodos para la obtención de raíces cuadradas aproximadas, e inventó un sistema de numeración que posibilita la escritura de números tan grandes como se quiera.

En un gran número de tratados y, como hemos indicado anteriormente, Arquímedes demuestra importantes resultados sobre la determinación de áreas, volúmenes y centros de gravedad, que actualmente se obtienen con el cálculo integral. Destacamos su obra *El Método*, “una comunicación científica dirigida a un miembro de la comunidad alejandrina” (Ferreiros, 2003, p. 19). Añade, este mismo autor, que es un escrito que “vendría a cerrar el círculo de su investigación físico-matemática: de la geometrización de la física en sus estudios anteriores, sobre planos en equilibrio en particular, ahora pasa a aplicar esa mecánica geometrizada a la propia geometría”. Para este autor, *El*

Método se puede considerar “el paradigma de la matemática infinitesimal moderna” y “exponente del análisis heurístico” (2003, p. 23). En este sentido, señala Bell (1984) que, anticipándose a Newton y Leibniz en más de 2000 años, inventó el cálculo integral, y en uno de sus problemas anticipó la creación del cálculo diferencial.

Más adelante, el propio Bell (1984, p. 81) apunta que:

“Para citar un ejemplo, supongamos que queremos encontrar el área de un círculo. Entre otras formas de hacer esto podemos dividir el círculo en cierto número de bandas paralelas de igual anchura, reducir los extremos curvados de las bandas, de modo que los fragmentos desechados sean lo menor posible, y luego sumar las áreas de todos los rectángulos resultantes. Esto nos da una aproximación del área buscada. Aumentando el número de bandas indefinidamente y tomando el límite de la suma, encontraremos el área del círculo”

En relación con este tema, Collette (1985, 138, vol.I) nos indica que podemos también encontrar entre sus escritos “una demostración geométrica rigurosa de la cuadratura de la parábola” donde “Arquímedes realiza una demostración diferente de la cuadratura, basada sobre todo en la existencia de una serie infinita de áreas”. Este proceso, que supone el origen del cálculo diferencial e integral, fue el que Arquímedes utilizó para encontrar el área de un segmento de parábola.

Apolonio es otro de los grandes griegos de esta época. Nacido en Perga (262-190 a.C.), se trasladó a Alejandría y estudió con los sucesores de Euclides. Rey Pastor (1984, p. 113, vol. I) nos señala que “probablemente también enseñó y estudió en Éfeso y Pérgamo, ciudad esta última que constituyó otro de los centros culturales del mundo griego”. Varios autores, entre los que destacamos a Collette (1985) y a Wussing (1998), nos dicen que fue un astrónomo de talento y escribió sobre una gran variedad de temas matemáticos, aunque su fama procede esencialmente de sus *Secciones cónicas*.

En esta obra, compuesta de ocho libros, utiliza un método que está más próximo a los métodos de la geometría analítica actual que a los puramente geométricos, pudiendo considerarse como la culminación de la geometría griega clásica, no en vano Apolonio era conocido como *El gran geómetra*. En este sentido, Wussing (1998, p. 58) nos indica que aunque “las secciones cónicas habían sido estudiadas ya antes de Apolonio...sin embargo, solo Apolonio desarrolló una generación uniforme de todas las secciones cónicas –elipse, parábola, hipérbola- mediante intersecciones planas de un único cono”

Estos autores hacen referencia a su obra cumbre, *Secciones cónicas*, de la que procede principalmente su fama. Como hemos señalado, consta de ocho libros que

contienen 487 proposiciones donde estudia ampliamente estas curvas, y crea una teoría de cónicas tan elaborada que habrá que esperar a que las investigaciones matemáticas del siglo XVII hagan posible un desarrollo en profundidad, gracias, especialmente, a la aparición del álgebra. Entre otros, destacar la noción de los focos de una elipse o hipérbola, la trisección de ángulos o la duplicación del cubo utilizando cónicas.

Con posterioridad a estos dos grandes genios de la antigua Grecia, la actividad matemática en general, y la geometría en particular, declinó en Alejandría a partir del comienzo de la era cristiana. Muy pocos teoremas originales se descubrieron en este periodo, dando la impresión de que los geómetras se ocuparon “principalmente del estudio y comprensión de los trabajos de los grandes matemáticos que les precedieron” (Kline, 1972, p.175). Collette (1985) nos indica que los edificios del Museo permanecieron vacíos y cayeron en ruinas, limitándose su actividad a la copia de manuscritos.

Aun así, hay que destacar que la contribución griega al contenido de la matemática, y en particular de la geometría, es enorme, especialmente si se tiene en cuenta el reducido número de personas dedicadas a esta actividad. La matemática griega aportó ideas cruciales al desarrollo humano, utilizando la geometría como una herramienta para entender el tamaño y forma de nuestro planeta, su relación con el sol y la luna, los movimientos del sistema solar. También construyeron máquinas gigantescas y poderosas basadas en el principio de la palanca, con las que excavaron grandes túneles comenzando por los extremos; de igual modo, crearon buques y edificios de gran belleza como el Partenón. Su otra gran aportación hace referencia a la deducción lógica para asegurarse de que lo que se afirmaba se podía demostrar.

5.4.6. Los tres problemas de la Grecia clásica

La geometría griega es incapaz de resolver tres famosos problemas que heredarán los matemáticos posteriores. Es importante observar que los tres dilemas deben ser resueltos utilizando únicamente la regla y el compás, únicos instrumentos, además del papel y el lápiz, válidos en la geometría de Euclides. Además de estos, la disputa de si el V postulado era o no un teorema, es decir, de si se podía o no deducir de los otros cuatro, también se considera uno de los enigmas clásicos de la geometría griega. Desarrollamos a continuación estas tres incógnitas: *la duplicación del cubo, la trisección del ángulo y la cuadratura del círculo.*

- La duplicación del cubo

Cuenta la leyenda que una terrible peste asolaba la ciudad de Atenas, hasta el punto de llevar a la muerte a Pericles. Una embajada de la ciudad fue al oráculo de Delos, consagrado a Apolo (en ciertas fuentes aparece el oráculo de Delfos, en lugar del de Delos, también consagrado a Apolo), para consultar qué se debía hacer para erradicar la mortal enfermedad. Tras consultar al Oráculo, la respuesta fue que se debía duplicar el altar consagrado a Apolo en la isla de Delos.

El altar tenía una peculiaridad: su forma cúbica. Prontamente, los atenienses construyeron un altar cúbico cuyos lados eran el doble de las del altar de Delos, pero la peste no cesó, se volvió más mortífera. Consultado de nuevo, el oráculo advirtió a los atenienses que el altar no era el doble de grande, sino 8 veces mayor, puesto que el volumen del cubo es el cubo de su lado. Nadie supo cómo construir un cubo cuyo volumen fuese exactamente el doble del volumen de otro cubo dado, y el problema matemático persistió durante siglos; no así la enfermedad.

- La trisección del ángulo

Este problema consiste en dividir un ángulo cualquiera en tres ángulos iguales, empleando únicamente la regla y el compás, de manera que la suma de las medidas de los nuevos tres ángulos sea exactamente la medida del primero. Dadas las condiciones nadie había logrado hacerlo.

- La cuadratura del círculo

La cuadratura del círculo consiste en tratar de obtener, dado un círculo, un cuadrado cuya área mide exactamente lo mismo que el área del círculo. Anaxágoras fue el primero en intentar resolverlo, dibujando en las paredes de su celda, cuando fue hecho prisionero por explicar diversos fenómenos que los griegos atribuían a los dioses. Tampoco pudo ser resuelto por los geómetras de la antigüedad, y llegó a ser el paradigma de lo imposible. Como curiosidad, el filósofo inglés David Hume llegó a escribir un libro con supuestos métodos para resolver el problema. Hume no tenía conocimientos matemáticos serios, y nunca aceptó que todos sus métodos fallaban.

5.5. La geometría en Oriente

5.5.1. Introducción

Otro apartado de gran importancia, y sin el que no sería posible comprender los avances matemáticos en épocas posteriores, debe incluir la actividad creadora, las

condiciones materiales y los logros conseguidos por los pueblos de Oriente mucho antes de las incursiones que los europeos hicieron en estos territorios. Estas ideas y avances matemáticos, muchas veces, hicieron de base y sirvieron para desarrollar y contrastar teorías más desarrolladas en los siglos venideros; otras, fueron descubrimientos propios desarrollados por los investigadores de estos países.

El conocimiento científico, que tuvo su origen en la India, China y el mundo helenístico, fue buscado por estudiosos árabes y posteriormente traducido, refinado y ampliado en diferentes centros del saber, entre otros Bagdad, El Cairo, Toledo o Córdoba. Los matemáticos tuvieron a su disposición recursos considerables con el patronazgo de los califas, y, de este modo, la oscuridad en la que vivió Europa durante unos mil años, no interrumpió la actividad matemática en otras partes del mundo, en las que se vivió un auténtico renacimiento.

En los apartados siguientes, vamos a analizar con más detalle la situación que tuvieron dos de estos países: China, India; al igual que lo haremos de aquellos en los que se había afianzado el Islam.

5.5.2. La geometría en China

Son varios los autores, entre ellos Collette (1985) o Gheverghese (1996), los que coinciden en señalar que la matemática en China es tan antigua como la que existía en Persia o Egipto, y añaden que, aunque los conocimientos de la matemática en este último país no diferían mucho de los que poseían otros pueblos orientales, parece que ejercieron una menor influencia sobre la posterior matemática occidental. En este sentido, y siguiendo a Collette (1985. p.180, vol. I), “las contribuciones matemáticas de los chinos están, pues, lejos de ser nulas, a pesar de la escasez de documentos y la imposibilidad de evaluar exactamente las influencias exteriores que recibieron antes del siglo XV de nuestra era”, a partir del cual la influencia exterior aplastará, por así decirlo, las matemáticas propiamente chinas.

Para estos autores, los inicios se pueden situar aproximadamente hacia el tercer milenio antes de Cristo, cuando bajo el reinado del primer emperador Fuxi se comenzaron a efectuar numerosas observaciones astronómicas, aunque no fue hasta el siglo IV a. C. cuando se fechan los primeros documentos escritos.

Entre las obras más antiguas, en torno a unos 500 años a. C., podemos destacar por su importancia varias anónimas en las que se tratan, entre otros, el teorema de Pitágoras, reglas sencillas de fracciones y operaciones aritméticas, operaciones con fracciones o

cálculos de áreas de campos (Gherverghese, 1996).

Otras de las obras de esta época son las atribuidas a Confucio: las denominadas los *Cinco cánones*, entre los que se encuentra el *I Qing*, también conocido como el *Libro de las permutaciones*, en el que aparecen huellas de elementos matemáticos y en el que se demuestra un inicial interés por las permutaciones. En él se incluye el famoso *Pa Kua* (ocho trigramas), considerado como un conjunto de símbolos numéricos originados en un sistema de base dos, en el que se combinan líneas rectas dispuestas en un círculo. El *Pa Kua* poseía diversas propiedades y se utilizaba con fines adivinatorios, además “simboliza los ocho elementos fundamentales del universo, y cada uno de los 64 hexagramas simboliza uno o varios fenómenos del universo natural o humano” (Collette 1985, p. 171, Vol.1).

Otro de los documentos más antiguos, y que supera al *I Qing*, es el *Zhou bei Suan Qing*, de autor prácticamente desconocido, y que “algunos afirman que esta obra es un testimonio de las matemáticas que se conocían en el siglo XII a. C., mientras que otros prefieren situarlo algunos siglos antes de la era cristiana” (Collette, 1985, p. 174, vol.1). Presentado en forma de diálogos entre un príncipe y su ministro, trata de cálculos astronómicos, contiene propiedades de los triángulos rectángulos y distintas aplicaciones de las fracciones. Relaciona el arte de los números con el círculo y el cuadrado, y, por sus afirmaciones, parece que la geometría china, como la egipcia, tiene su origen en las mediciones.

Los chinos usaron dos sistemas de numeración: uno parecido a un sistema posicional, y otro de tipo multiplicativo de base diez que utilizaba distintos signos para los nueve primeros números y para cada una de las potencias de diez, y que en su forma escrita se multiplicaba cada símbolo por el siguiente (Gherverghese, 1996, p. 202). Este mismo autor señala que podían sumar, restar, multiplicar o dividir “con varillas de contar que colocaban como si se estuviera trabajando con un ábaco”.

Aproximadamente entre los años 206 a. C. y 24 d. C., en la época de la primera dinastía Han, encontramos el tratado *Matemáticas en nueve libros*, probablemente el más importante documento clásico chino de esta disciplina, el libro que tuvo más influencia en China, y que, entre otros, contiene más de 250 problemas sobre agrimensura, agricultura, problemas económicos y administrativos, cálculo de longitudes y superficies, construcción de canales y diques, solución de ecuaciones, propiedades de los triángulos rectángulos, etc. Gheverghese (1996, p. 219), nos indica que “no conocemos con fiabilidad a su autor ni la fecha de su composición”, aunque

supone que fue al principio del primer siglo de nuestra era. Añade que “la obra presenta un resumen detallado del conocimiento matemático contemporáneo en China”. Esta obra sufrió múltiples modificaciones, convirtiéndose en torno al año 656 d. C. en el texto oficial de los altos funcionarios chinos. Como dato de cierta importancia, hay que apuntar que este texto se imprimió por primera vez en el año 1084.

Durante la segunda dinastía Han, hasta el 220 de nuestra era, se produjo un gran desarrollo de las ciencias. En esta época encontramos a estudiosos como Zhang Heng, famoso entre otros por realizar “extensos cálculos del valor de π ” (Wussing, 1998, p. 70). Este mismo autor añade a continuación que “a comienzos del periodo feudal se produjo un florecimiento de las ciencias naturales y matemáticas”. También se continuó trabajando en la reelaboración de las *Matemáticas en nueve libros*, dentro de la cual hay que destacar las aportaciones en relación al círculo.

Podemos observar que, desde los primeros tiempos de la era cristiana, los principales estudiosos en China tienen un afán persistente en obtener valores cada vez más aproximados del perímetro de la circunferencia, a partir de los cuales se pueden deducir los del número π . Gheverghese (1996) señala que los valores de π obtenidos por los matemáticos chinos fueron los más precisos durante más de mil años. De este modo, siguiendo los cálculos de Liu Hui, que vivió en el siglo III, en su libro *Las nueve secciones* se encontró la aproximación para π de 3,1415927; en el siglo V, los datos de Qu Chong Shih, y su hijo consiguen acotar su valor entre 3,1415927 y 3,1415926, resultados que consideramos extraordinarios para la época y que no fueron mejorados hasta el siglo XV (Collette, 1985, p.178, vol.I).

En el siglo XIII, tras la conquista de China por los mongoles, “las relaciones científicas de los eruditos chinos se extendieron hacia el Asia central, estableciendo contactos con los científicos árabes, a los que enseñaron sus conocimientos algebraicos” (Wussing 1998, p.70); mientras tanto, los conocimientos astronómicos árabes y diversos aparatos se introducían en China. Como hemos señalado anteriormente, Collette (1985) nos indica que es posible que la influencia exterior apagase las matemáticas propiamente chinas, aunque su influencia en la civilización japonesa fue de gran importancia. Más tarde, durante los siglos XVI y XVII, las matemáticas se estancaron permaneciendo a la zaga de Europa occidental; tuvieron que llegar los siglos XIX y XX para que la matemática china diera alcance a la ciencia occidental.

5.5.3. La geometría en la India

La historia antigua de la India es una gran desconocida. El periodo anterior a la era cristiana permanece prácticamente desconocido, y ha sido gracias a las excavaciones arqueológicas llevadas a cabo en las minas de la antigua ciudad de Mohenjo-Daro, como se ha revelado la existencia de una civilización contemporánea a los constructores de las pirámides, cuya cultura era tan rica y diversificada como la de Egipto o Mesopotamia, por lo que se sugiere que para la construcción de templos, altares y demás edificaciones, eran necesarios conocimientos matemáticos y geométricos de cierta importancia.

Gheverghese (1996, p. 303) afirma que “las pruebas más antiguas de las matemáticas se encuentran entre las ruinas de la civilización del valle del Indo, que se remontan al año 3.000 a. C.”. Más adelante, añade que, hacia el año 1.500 a. C., un grupo de personas descendieron del norte; estos invasores, conocidos como arios, absorbieron la cultura existente y transmitieron su lengua, el sanscrito, que con el paso de los años se convirtió en el medio adecuado para divulgar esa cultura. Este mismo autor indica que “era una sociedad muy organizada...El desarrollo urbano estaba regulado y planificado, y se caracterizaba por una arquitectura muy uniforme”, lo que sugiere que “los moradores de las ciudades poseyeran habilidades en medición y en aritmética práctica de manera similar a la que se practicaba en Egipto y Mesopotamia” (Gheverghese, 1996, p. 304).

Wussing (1998, p. 75) nos indica que “la transmisión de conocimientos matemáticos se remonta hasta los tiempos en que aparecieron los libros religioso-filosóficos, los Vedas” en torno al segundo milenio a. C. Más adelante, este mismo autor nos dice que entre los primeros escritos podemos incluir la obra los *Sulvasutras* o reglas de la cuerda, expresión proveniente de los términos *Sulva*, cuerda utilizada para efectuar mediciones, y *sutra*, que significa conjunto de reglas. En ellas encontramos el conjunto de conocimientos que son requeridos para erigir los templos o altares, “sólidos conocimientos geométricos... lo que da una idea del alcance de su geometría plana” (Wussing, 1989, p. 77).

Estas obras, totalmente escritas en verso, se clasifican en seis ramas de conocimiento, siendo las dos últimas, sobre astronomía y reglas de rituales y ceremonias, donde se encuentran las fuentes más importantes de las matemáticas (Gheverghese, 1996, p. 308). Entre otros aparecen reglas de construcción de ángulos rectos por medio de triplete de cuerdas cuyas longitudes forman tripletes pitagóricos, y enuncia que “la diagonal de un rectángulo produce la suma de lo que producen por separado el lado más largo y el más

corto” (Gheverghese, 1996, p. 298), lo que se corresponde con el teorema de Pitágoras; también enseña a construir un cuadrado con el área igual a la del rectángulo, problema muy parecido a los que se encuentran en el libro II de los *Elementos* de Euclides, a determinar el área de figuras poligonales, operaciones aritméticas, problemas de astronomía o geometría védica.

También aparece la expresión racional de la raíz cuadrada del número dos, que aproximaron hasta la cienmilésima, que es utilizada para calcular el diámetro de un círculo equivalente a un cuadrado dado, tomando la relación “el diámetro es igual al lado del cuadrado más el tercio de la diferencia entre la diagonal y el lado”.

Las formas que más utilizaban eran el cuadrado, el círculo y el semicírculo, y tuviesen una forma u otra, todos debían tener la misma área. Por tanto, los hindúes habían construido círculos con la misma área que los cuadrados, o dos veces mayores para poder tener forma de semicírculo. También empleaban en sus aplicaciones geométricas el trapecio isósceles y otras formas semejantes.

El más importante de los matemáticos hindúes del siglo VII fue Brahmagupta (598), quien escribió, entre otras, una obra de astronomía titulada *Brahmasphutasiddhanta* o sistema revisado de *Brahma*. Es un texto de astronomía que contiene 21 capítulos, algunos de los cuales trata esencialmente de matemáticas, mencionando entre otros, el valor de π , o generalizando la fórmula de Herón para el área de un cuadrilátero. Otra de sus obras, *Kyakahad*, incluye un método para encontrar el seno de un ángulo a partir de los senos de un ángulo más grande y otro más pequeño. Contribuyó a que los árabes y, más tarde, Occidente se divulgaran la astronomía y las matemáticas indias (Gheverghese, 1996, p. 363).

Otro matemático hindú, en el siglo XII, es Baskhara, también conocido como “el maestro”, uno de los astrónomos y matemáticos más importantes de su época (Gheverghese, 1996, p. 365). Entre sus contribuciones originales se encuentra una demostración de la equivalencia entre un círculo y un rectángulo que tiene de largo la semicircunferencia rectificadas, y de ancho el radio. Para ello, descompone el círculo en sectores y el rectángulo en ocho triángulos rectángulos iguales. También en sus obras demuestra un gran conocimiento en trigonometría, conceptos preliminares del cálculo infinitesimal, trabajos sobre permutaciones y combinaciones, reglas de operaciones con cero, resolución de ecuaciones simples y de segundo grado, etc., lo que evidencia una gran madurez.

La matemática hindú, cultivada sobre todo por los sacerdotes, se caracteriza por el

desarrollo del cálculo numérico y algebraico, una trigonometría basada en la función seno, y una geometría muy poco desarrollada, salvo quizá en el estudio de los cuadriláteros y sus propiedades.

La matemática hindú muy pronto se difundió por el mundo árabe, antes incluso de que estuviese totalmente desarrollada en su país de origen. Como dato cabría indicar que en el año 776 apareció en la corte del califa de Bagdad un viajero de la India que mostró sus habilidades en el cálculo, trigonometría y astronomía; estos conocimientos fueron inmediatamente traducidos al árabe.

5.5.4. *La geometría en el Islam*

A partir del siglo VII d. C. la matemática comienza nuevos caminos. En relación con la geometría, veremos que apenas se producen aportaciones de interés, excepto algunos teoremas de carácter mas bien anecdótico.

En Occidente, a pesar de que la geometría es considerada como una de las siete Artes Liberales, encuadrada concretamente en el *Quadrivium*, las escuelas y universidades se limitan a enseñar *Los Elementos*, por lo que no hay aportaciones originales, excepto tal vez en la investigación sobre la disputa del V postulado, con respecto al cual, si bien no se llegó a dilucidar en este periodo si era o no independiente de los otros cuatro, sí se llegaron a dar nuevas formulaciones equivalentes.

Los principales autores coinciden en que la aportación oriental más notable a la matemática en los comienzos de la Edad Media fue sin duda la proveniente de los pueblos árabes.

En el año 622 d. C., Mahoma comienza a predicar en La Meca y sienta las bases de la religión islámica. Más tarde, acosado por los comerciantes, se ve obligado a huir a Medina, iniciándose así la expansión del Islam. Por este motivo, en el siglo VII d. C., solo dos ciudades del desierto de Arabia eran florecientes: La Meca y Medina, existiendo una intensa peregrinación hasta los santuarios de La Meca. En el año 629, Mahoma regresa a La Meca, ciudad que con el tiempo se convertiría en la capital y la ciudad santa del Islam.

El contacto con las culturas de estos pueblos conquistados, la tolerancia que generalmente tuvieron con sus habitantes y el ambiente de libertad de opinión reinante propiciaron que, a partir de finales del siglo VIII, el mundo árabe iniciara un desarrollo científico que perduraría durante siglos. Mediante la traducción, entraron en contacto con gran parte de los conocimientos matemáticos de los griegos e hindúes

(Gheverghese, 1996).

Una vez terminadas sus conquistas, los antiguos pueblos nómadas pusieron su empeño en construir una civilización y una cultura. Para ello, Kline (1992) nos indica que invitaron a científicos hindúes a establecerse en Bagdad; además, muchos griegos, algunos provenientes de la Academia de Platón que cerró el emperador Justiniano, se trasladaron a Persia, por lo que sus enseñanzas florecieron allí. Egipto también fue conquistado por los árabes, dando lugar a que su ciencia también contribuyera al desarrollo de la ciencia en este imperio. Por tanto, en esta primera fase se recopiló la herencia científica y cultural todavía disponible de la antigua Grecia, Persia, la India y Egipto.

Wussing (1989, p.81) señala que “el desarrollo de las ciencias experimentó bajo la dinastía *abbasi* (desde el 750 hasta mediados del siglo XIII) su primera época de esplendor”. Destaca la importancia que tuvieron en el auge matemático los “problemas relativos a la arquitectura, la geodesia, el derecho sucesorio, el comercio, el presupuesto estatal, la astronomía y la astrología, la geografía y la óptica influyeron de manera efectiva en el desarrollo de la matemática islámica”.

Uno de los primeros matemáticos árabes fue Al-Khwarizmi, nacido alrededor del 780. En el año 820, tras adquirir reputación como un gran científico, fue invitado por el califa a trasladarse a Bagdad donde fue nombrado astrónomo y luego jefe de la biblioteca de la *Casa de la Sabiduría*.

Gheverghese (1996) señala que la mayor parte de su obra, más de doscientos libros, versó en álgebra, aritmética, astronomía y geografía. Al-Khwarizmi también escribió una aritmética destinada explícitamente a las operaciones, dando lugar al álgebra. A partir de la deformación y latinización de este nombre, dio como resultado el término “algoritmo”, explicando la resolución de ecuaciones de segundo grado con justificaciones geométricas.

En su obra principal sobre álgebra, de la que se conservan un manuscrito en árabe y varios en latín, *Hisab al-yabr wa'l-muqabala*, se ocupa de los cuadrados iguales a raíces, y de los cuadrados iguales a números, enunciando la ecuación correspondiente en cada caso. En ella, el autor juzga necesario demostrar geoméricamente la veracidad de los problemas tratados antes con la ayuda de números, estableciendo las correspondientes demostraciones geométricas.

En la segunda mitad del siglo IX, destaca Tabit ibn Qurra, famoso médico, filósofo, lingüista y matemático, que entre otros trabajos nos legó una generalización del teorema

de Pitágoras.

Sobre la vida de Tabit ibn Qurra, Ferreiros (2003) nos indica que nació en Harran, en el norte de Mesopotamia, en el año 824. Se sabe que perteneció a la secta de los adoradores de astros, en la que se produjeron buenos astrónomos, entre ellos el propio Tabit. Dominaba tres idiomas: griego, siríaco y árabe, lo que pudo ser decisivo para su ingreso en la *Casa de la Sabiduría*, centro en el que estaban muy interesados en los conocimientos legados por los clásicos griegos. Se estableció en Bagdad, donde se convirtió en un gran matemático, astrónomo, filósofo y médico con la ayuda y mecenazgo de un miembro de una rica e influyente familia (Gheverghese, 1996).

Ferreiros (2003) y Gheverghese (1996) nos indican que realizó varias traducciones del griego al árabe, entre otras la de los *Elementos de geometría* del astrónomo Menelao, o *Los Elementos* de Euclides. Su principal obra, *Sobre las demostraciones geométricas en problemas de álgebra*, está “establecida sobre la base de rigurosas demostraciones en lenguaje geométrico apoyadas directamente en el libro II de los *Elementos* de Euclides, que constituyó para generaciones de matemáticos medievales un modelo metódico a seguir” (Wussing, 1989, p. 83). Entre sus principales contribuciones en matemáticas se incluyen una regla para descubrir pares de “números amigos”, varios trabajos de trigonometría esférica, una prueba del teorema de Pitágoras, la medida de parábolas y paraboloides o un intento de demostrar el postulado de las paralelas de Euclides (Gheverghese, 1996).

Otro nombre relevante es el de Khayyam (1050-1122). Distinguido matemático, astrónomo y filósofo, nacido en la actual Irán, fue nombrado por el sultán Malik Shah como uno de los ocho grandes sabios encargados de revisar las tablas astronómicas y de reformar el calendario, quedando establecido que cada treinta y tres años, ocho se convertían en bisiestos de 366 días, lo cual es un ajuste más preciso que el actual calendario gregoriano (Gheverghese, 1996).

Su obra *El Rubaiyat de Omar Khayyam* es considerada una de las más conocidas y traducidas de la literatura universal. Con ella, el álgebra llegó a su culminación, ya que, entre otras contribuciones, realizó una clasificación completa de las ecuaciones hasta el tercer grado y abordó la resolución geométrica de ciertos problemas algebraicos. También se interesó en el problema suscitado por el postulado de las paralelas de Euclides, desarrollando una argumentación que, por primera vez en la historia de las matemáticas, condujo a las hipótesis del ángulo agudo, del ángulo obtuso y del ángulo recto. Varios siglos más tarde, estas tres hipótesis conducirán respectivamente a la

geometría no euclídea de Bolyai-Lobatchevski, a la geometría de Riemann y a la geometría euclídea.

A los anteriores nombres habría que sumar el de Ghiyath al-Din Jamshid al-Kashi, nacido en Persia en la segunda mitad del siglo XIV. Fue un astrónomo de renombre que trabajó en el observatorio de Samarcanda. A partir de sus investigaciones son famosas las observaciones que llevó a cabo sobre eclipses lunares en su ciudad natal.

Su punto fuerte son los cálculos de gran precisión, entre los que cabe destacar como detalle, no por ello carente de valor, la obtención del número π con 17 cifras exactas mediante polígonos inscritos y circunscritos en la circunferencia, cantidad no mejorada hasta el siglo XVI. Entre sus obras también destacan compendios de aritmética y álgebra árabes en las que se incluyen fracciones decimales, la extracción de la raíz enésima de un número (probablemente derivado de los chinos) o la resolución de una ecuación cúbica para obtener el valor del seno de un grado (Gheverghese, 1996).

A su muerte, en 1436, la cohesión cultural del imperio musulmán experimenta una clara regresión y su desintegración política se acentúa progresivamente, aunque afortunadamente para las matemáticas, coincidió con un momento en el que en Occidente, especialmente en Italia, aparecieron un grupo de hombres capaces de aceptar y comprender el legado cultural del mundo árabe. Collette (1985) advierte que los árabes no solo transmitieron las contribuciones matemáticas griegas e indias, sino que participaron activamente, con sus contribuciones, en el enriquecimiento de la herencia griega e india.

El rasgo característico más importante de las matemáticas árabes fue la formación de la trigonometría, que “representó el nexo de unión entre la matemática, la astronomía, la cronología y la teoría de la hora solar” (Wussing, 1989, p.86). Destacar también los edificios decorados con dibujos geométricos intrincados que podemos encontrar por todo el mundo islámico, rasgo característico del arte de estos pueblos, que tienen una clara tradición ornamental, puesto que su religión prohibía representaciones de seres vivientes. En relación con este tema, Abul Wafa, en el año 950, escribió un libro titulado *Sobre las partes de la geometría que necesitamos los artesanos* (Gheverghese, 1996). En relación con los problemas de astronomía, confeccionaron tablas de las funciones trigonométricas con gran frecuencia y alto grado de exactitud, tanto en trigonometría plana como esférica.

Cierto que hay opiniones no tan favorables hacia los avances relacionados con el mundo matemático. Según Kline (1972, p. 266), autor que nos sugiere que los árabes,

en general, “no produjeron ningún avance significativo en matemáticas. Lo que hicieron fue absorber las matemáticas griegas e hindú”, las conservaron y las transmitieron al resto de Europa. Aun así, es incuestionable que algunos cambios en el contenido y carácter de las matemáticas en esta época fueron decisivos para abordar el futuro, como la notación posicional en base diez, la introducción de números negativos, el uso de los irracionales o grandes avances en trigonometría.

Este autor destaca que, entre los años 1.100 y 1.300, los ataques cristianos en las Cruzadas debilitaron a los árabes orientales, cuyos territorios habían sido invadidos y conquistados por los mongoles. De todos es conocida su presencia en la geografía de nuestro país, hasta que el último bastión ubicado en Granada fue atacado y derrotado, en el año 1492, por las tropas castellanas, bajo por lo que acabaron las aportaciones de la cultura musulmana, referidas al mundo matemático y científico, en nuestro país.

5.6. La geometría medieval en Europa

5.6.1. Introducción

En los tiempos en que florecieron pueblos como los egipcios, babilonios, griegos o romanos, la zona que ocupa Europa poseía una civilización primitiva, formada por diversas tribus que no poseían ni una escritura ni cultura desarrollada. El historiador romano Tácito, en el siglo I d.C. las describe como honestas, hospitalarias, bebedoras, no amantes de la paz, dedicadas a la cría de ganado y al cultivo del grano.

El estado romano “se derrumbó tras encarnizadas luchas sociales de las clases oprimidas y con el empuje de pueblos enemigos exteriores” (Wussing, 1989, p. 88). La disolución política del imperio trajo consigo el declive del comercio, la producción manual y muchas ciudades se vinieron abajo, y la aldea pasó a ser el centro social y económico. “La historia política de Europa hace coincidir la Edad Media con la caída del Imperio Romano de Occidente, en el año 476, y marca su final con la caída de Constantinopla en manos de los turcos en 1453” (Collette, 1985, p. 216, vol. I).

En Occidente, las grandes invasiones dieron lugar a la instalación de un rey ostrogodo en lugar del emperador, lo que supuso una separación total con el Imperio de Oriente, y por tanto una desconexión con la ciencia helénica. De este modo, solo subsistieron algunas tradiciones transmitidas en latín durante los siglos V y VI de algunos clásicos griegos.

En Oriente, en el año 324, el emperador Constantino decidió hacer de Bizancio la

capital del Imperio Romano de Oriente, y lo siguió siendo hasta el final de la Edad Media. La unidad de este imperio se basó en el helenismo, que preservó los tesoros de la antigüedad griega.

Hacia el año 500 d.C., comenzaron a actuar en Europa nuevas influencias civilizadoras. La Iglesia, que estaba organizada y era poderosa, convirtió gradualmente a estos pueblos germánicos y godos al cristianismo y comenzó a fundar escuelas, asociadas a los monasterios, en las que se enseñaba a la gente a leer los servicios de la iglesia y los libros sagrados. Más tarde, sirvieron para preparar hombres que desempeñaran puestos eclesiásticos, para lo que se fundaron escuelas catedralicias superiores. A partir de estas, se desarrollaron las universidades con profesores pertenecientes a diversas órdenes religiosas, como los franciscanos o los dominicos. Para Sestier (1989, p. 41), “la universidad es una de las grandes aportaciones de la Edad Media, creada por primera vez en Bolonia, poco después en Oxford y París más tarde en Valencia y Salamanca”.

En general, existía un bajo nivel en matemáticas porque había poco interés en el mundo físico; las preocupaciones para la Iglesia eran de tipo espiritual, y los interrogantes sobre la naturaleza carecían de importancia y se consideraban frívolos. De este modo, todos sus conocimientos los obtenían de las Sagradas Escrituras, llegando a elevar a realidades lo que eran vagas ideas. La Teología encerraba todo el conocimiento, ya que la investigación libre no estaba permitida y los profesores no eran libres para enseñar lo que consideraban correcto. Wussing (1998, p. 88) nos señala que “bajo estas circunstancias no es pues de extrañar que la matemática europea en el feudalismo temprano estuviera a un nivel realmente ínfimo”, limitándose al cálculo elemental con el ábaco y un complicado sistema con los dedos, a la agrimensura y a calcular los días festivos móviles de la Iglesia.

Por otro lado, el latín era la lengua oficial de la Iglesia, y, por tanto, la que se convirtió en el idioma oficial de Europa, así como en la lengua de las matemáticas y de la ciencia. En ella se enseñaba hasta bien entrado el siglo XVIII, por lo que resultó inevitable que se buscaran los conocimientos en los libros latinos. Puesto que la matemática romana era insignificante, debido a que estaba preocupada por obtener resultados prácticos e inmediatamente aplicables, aprendieron un sistema de números muy primitivo, aunque conocieron un poco más de matemática gracias a algunos traductores de griego.

5.6.2. *La geometría en la Europa oriental*

Como hemos citado anteriormente, en la Europa Oriental, hacia el año 324, el emperador Constantino decide hacer de Bizancio la capital del Imperio romano de Oriente, y esta ciudad, que pasó a tomar en nombre de Constantinopla, se convirtió en el centro cultural hasta el final de la Edad Media. En este contexto, “las principales contribuciones matemáticas bizantinas se sitúan principalmente a nivel elemental y consisten más en comentarios sobre los antiguos clásicos que en una aportación original e inventiva de la ciencia matemática” (Collette 1985, p 217, vol.1).

Rey Pastor (1984, p.153) nos indica que “ya asomaba un nuevo despertar favorecido por los vientos que venían del Oriente. El aporte oriental a la matemática, durante el primer milenio de nuestra era, proviene de tres centros culturales distintos: chino, hindú y árabe”. Más adelante añade que “el aporte oriental más notable de estos primeros tiempos medievales surge del mundo árabe del Islam” (p. 155).

Este mismo autor nos indica que más adelante, en siglo XII, se comienza a vislumbrar el principio de la decadencia de la ciencia árabe del Oriente, dejando de tener influencia sobre el saber occidental; sin embargo, es cuando alcanza un mayor apogeo en la España musulmana, en la que abundaron matemáticos de gran renombre, como el judío Bar Hiyya, también llamado Sarrasorda, uno de los creadores del lenguaje científico hebreo, o el astrónomo Jaber b. Aflah, con contribuciones en el campo de la trigonometría esférica.

Podemos destacar entre los principales matemáticos orientales a Isidoro de Mileto, uno de los últimos directores de la Academia de Platón, a pesar de que, hacia el año 529, tuvo que cerrar sus puertas como consecuencia de un decreto del emperador Justiniano. “Sin embargo, los sabios de la Academia, tras dispersarse, lograron reagruparse parcialmente en Persia y llegaron a constituir una especie de Academia en el exilio” (Collette, 1984, p.217, vol. I). Este mismo autor señala que Isidoro dio a conocer los comentarios de Eutoquio y mediante sus escritos suscitó un nuevo interés por los trabajos matemáticos de Arquímedes y Apolonio.

De esta época, Collette (1984) también destaca a Antonio de Tralles, el arquitecto autor de Santa Sofía de Constantinopla, por lo que su fama se debe tanto a esta basílica como a su obra sobre los *Espejos ardientes*, en la que describe las propiedades del foco de la parábola. Otro autor importante, aunque varios siglos más tarde, fue Miguel Psellos, filósofo en Atenas y Constantinopla en el siglo XI, quien escribió un

comentario sobre aritmética y un tratado sobre el *Quadrivium*, es decir, sobre aritmética, música, geometría y gramática. Por último destacar, entre otros muchos autores, a Manuel Moscopoulos, el cual expuso un método de formación de cuadrados mágicos dedicado al geómetra Nicolás Rhabbas.

5.6.3 *La geometría en la Europa occidental*

Como se ha apuntado, durante los siglos V y VI las grandes invasiones del norte de Europa propiciaron la desaparición del Imperio romano. Un monarca ostrogodo fue el sustituto del emperador, siendo esta la razón por la que el Imperio romano de Occidente quedó desconectado de Oriente, quedando, en consecuencia, desligado de la ciencia helénica.

Collette (1984, p. 218, vol. I) nos indica que subsistieron algunos autores latinos que no llegaron a separarse de las tradiciones y que “escribieron textos de naturaleza matemática basados en algunos clásicos griegos”. Más adelante, señala que “el contenido de estos primeros textos matemáticos latinos formaban parte del *quadrivium*, aspecto esencial de la formación que se daba en las escuelas” (p. 218, vol. I).

Sirviéndose de los trabajos de los clásicos como Euclides, Nicómano o Tolomeo, aparecen estos primeros autores, entre los que Collette (1984) destaca a Boecio, nacido en Roma en el año 480. Tanto él como su padre fueron cónsules, recibiendo tareas importantes de estado por parte del rey Teodorico, aunque cayó en desgracia por distintas razones políticas y religiosas, siendo condenado a muerte en el 524 después de una larga detención. Fue uno de los principales traductores, autor de diversas obras para cada una de las ramas del *quadrivium*, escribiendo también sobre filosofía, teología y música. Una de sus obras más célebres, escrita cuando contaba unos 20 años, *Aritmética*, “trata de los diversos métodos de clasificación de los números y las propiedades numéricas de las diferentes clasificaciones obtenidas” (Collette, 1984, p. 220, vol. I). Esta obra sirvió como texto de referencia para los trabajos de aritmética de numerosos autores latinos de los siglos posteriores. En geometría realizó una traducción de algunos pasajes de los cuatro primeros libros de los *Elementos* de Euclides, incluyendo en este trabajo algún material sobre la geometría de la medición, y sobre los ábacos y las fracciones. A él debemos la palabra *quadrivium* para designar a la aritmética, geometría, música y astronomía.

Otro de los autores de renombre fue Isidoro de Sevilla, obispo de esta ciudad hacia el año 600. Considerado entre sus coetáneos como el sabio más eminente de su época,

realizó una enciclopedia en 20 libros que estuvo muy de moda en su época. En su obra más destacada, *Las Etimologías*, uno de los libros de su famosa enciclopedia, “hizo un resumen de la *Aritmética* de Boecio” (Collette 1984, p. 221, vol. I), encontrando una forma mística de los números. Cabe apuntar que en sus obras se tratan diversos temas que abarcan desde la matemática hasta la medicina.

Destacamos como uno de los más grandes sabios de su tiempo al monje benedictino Beda el Venerable, nacido en el condado de Northumberland, Inglaterra, en el año 673. Collette (1984) indica que conocía el griego, cosa muy rara para un occidental, lo que le permitió acceder a las obras escritas en este idioma. Escribió tratados sobre el calendario eclesiástico y el modo de representar los números por medio de los dedos. Sus obras sobre astronomía y matemáticas fueron continuadas por el alemán Rabano Mauro (783-856), que escribió el manual más completo sobre el cálculo práctico.

Durante los siglos VIII al IX se consolida el orden social feudal en Europa, produciéndose una reanimación de la economía, la cultura y la ciencia. Carlomagno se preocupó por fortalecer su Estado y elevar el nivel formativo del clero y los altos funcionarios, por lo que llevó a su corte a ilustres personajes, como Alcuino de York.

Nacido en el condado de York, Inglaterra, en 735, año de la muerte de Beda, Alcuino sustituyó a su maestro al frente de la escuela de York. Collette (1984, p. 223, vol. I), nos relata que “con ocasión de un viaje a Italia, Alcuino fue presentado a Carlomagno, emperador de Occidente; más tarde desempeñó un papel importante en la reorganización de la enseñanza intentada por Carlomagno”, organizando las distintas escuelas que estaban “asociadas a catedrales o monasterios, y enfatizaban la teología cristiana o la música” (Kline, 1992, p. 272, vol.I).

Alcuino fue autor de un tratado de problemas matemáticos, *Proposiciones ad acuendos juvenes, Problemas para la ejercitación de los jóvenes*, con una serie de proposiciones sobre aritmética, geometría y agrimensura, muy relacionados con problemas de la antigüedad clásica y de origen oriental, que constituye uno de los ejemplos más antiguos de pasatiempos matemáticos, aunque con aproximaciones groseras para el cálculo de áreas y para el valor de π .

Por estos años, se creó en “Tours un centro cultural superior permanente, en el que se posibilitó también el desarrollo del saber matemático” (Wussing, 1998, p. 89). También surgieron monasterios en St. Gallen y Fulda, lugares en los que se esforzaron en la conservación de las ideas científicas. Más adelante, este mismo autor señala que “con la descomposición del Imperio Carolingio a lo largo del siglo IX, el desarrollo de las

ciencias en la Europa occidental y central sufrió un retroceso pasajero” (p.89), ya que vino un nuevo impulso del norte de Italia.

Otro factor importante, que contribuyó al desarrollo de las ciencias en estos siglos, es el que forman el comercio y los viajes. Entre los viajes, caben destacar las peregrinaciones y las Cruzadas, que hicieron que los pueblos europeos entraran en contacto con los árabes de zonas mediterráneas, del Oriente Próximo y también con los pueblos bizantinos. De este modo, los europeos comenzaron a conocer los trabajos griegos, por lo que los sabios de Europa occidental comprendieron la necesidad de entrar en contacto con la civilización islámica y bizantina a fin de desarrollar sus conocimientos matemáticos y científicos, consiguiéndose gracias a una serie de traductores versados en estos temas.

Durante esta época fueron muchos los eruditos que viajaron a centros árabes de África, España, sur de Francia u Oriente Próximo. Collette (1985, p. 225, vol. I) destaca que “en el siglo XII los sabios de la Europa occidental comprendieron la necesidad de entrar en contacto directo con la civilización islámica a fin de desarrollar sus conocimientos matemáticos y científicos”.

En las escuelas de varias ciudades españolas, principalmente Córdoba, Toledo y Granada, las obras en lengua árabe eran traducidas para su posterior estudio gracias, entre otros, a la atmósfera de buena disposición a aceptar los bienes culturales y científicos procedentes de la cultura y ciencias islámicas, bastante más desarrolladas. De este modo, “los trabajos recopilados en Bagdad circulaban en las escuelas árabes de Granada, Córdoba y otras ciudades de España, y estas obras en lengua árabe eran traducidas por sabios cristianos que viajaban a dichos centros culturales” (Collette, 1985, p. 225, vol. I). Hay que señalar el escaso interés en traducir las obras de la geometría griega, que no parece atraer la atención de los sabios europeos, por lo que hay pocas obras matemáticas de esta época que traten del estudio de este tema.

Un autor de renombre en estos años fue el francés Gerberto (940-1003). Collette (1984, p. 224, vol. I) destaca que fue “uno de los primeros cristianos que estudió en las escuelas árabes de España hacia los años 967-970”. Fue preceptor y consejero del emperador alemán Otón III, arzobispo de Reims y Rávena, y elevado al papado en el año 999. Introdujo en Europa los números arábigos y la numeración indoarábica que había aprendido durante su estancia en las escuelas árabes. Sestier (1989, p. 42) destaca que “fue ahí, más precisamente en Córdoba, donde el monje Gerberto estudió la aritmética en el sistema decimal para después extender el sistema al mundo cristiano”.

Escribió un tratado sobre el ábaco en el que enseña cómo se efectuaban en su época las operaciones de multiplicación y división.

Como hemos señalado, la época de las Cruzadas contribuyó a dar a conocer los textos matemáticos de los sabios del Islam. En este contexto, la posición privilegiada que ocupa la isla de Sicilia, la convirtió en un punto de convergencia de las culturas oriental y occidental. Además, en esta isla se ofrecía la posibilidad de traducir los textos de ciencia de los griegos, romanos y también se realizaron traducciones latinas provenientes de textos árabes (Collette, 1985).

De este grupo de traductores latinos, varios autores, entre los que se encuentran Collette (1985) o Rey Pastor (1984), destacan al inglés Adelardo de Bath (1075-1160), quien mantuvo contactos estrechos con la cultura árabe, ya que viajó mucho por los centros culturales de la época, principalmente por España, para poder conocer la lengua árabe. Residió principalmente en Toledo, donde existía una biblioteca que contenía “una extensa colección de manuscritos islámicos y la población cosmopolita, formada principalmente por árabes, cristianos y judíos, bastantes de los cuales hablaban el árabe” (Collette, 1985, p. 227, vol. I). Este hecho favoreció los intercambios de informaciones entre personas de diferente origen, e hizo que Abelardo fuese uno de los más fecundos traductores del siglo XII. Realizó varias traducciones latinas, siendo las más importantes una de los *Elementos* de Euclides, algunos escritos de Al-Khuwarizmi sobre tablas astronómicas y aritmética, y una traducción del *Almagesto* de Tolomeo.

Gerardo de Cremona (1114-1187) fue el más fecundo traductor del siglo XII. Dedicó su vida a traducir textos y, al igual que muchos de sus contemporáneos, residió en España con el fin de aprender la lengua árabe. Conocemos traducciones de más de 80 obras de autores como Euclides, Arquímedes, Apolonio, Tabit b. Qurra o Al-Khuwarizmi entre otros, además de sus propios trabajos.

Cabe también destacar a Roberto de Chester, que fue, en 1143, arcediano en Pamplona. Rey Pastor (p. 176) destaca de él “que residió en España a mediados del siglo XII y a quien se debe la importante traducción latina del álgebra de Al-Khuwarizmi”. La obra anteriormente citada, y “fecha en el año 1145, señala el comienzo del álgebra europea” (Collette, 1985, p. 228, vol. I).

La mayoría de las obras clásicas traducidas revelan el gran interés de los traductores por el álgebra y la trigonometría árabes, mientras que la geometría griega, de un nivel superior a las matemáticas del Islam, no parecen llamar la atención de los sabios europeos, por lo que encontramos pocas obras matemáticas de esta época que traten del

estudio de la geometría (Collette, 1985).

De entre estos escasos autores que se dedican a la geometría destaca un judío originario de Cataluña, príncipe hebreo y con el título árabe de jefe de la guardia, conocido como Savasorda, formado en el ambiente científico de la España árabe. Fue un gran políglota, aunque compuso todas sus obras científicas en hebreo. Entre ellas destacan textos de astronomía y una obra de geometría, traducida al latín por Platón de Tívoli, dividida en cuatro capítulos en los que se encuentran expuestas:

“Definiciones, postulados y axiomas del Libro I de los *Elementos*, ejemplos numéricos del álgebra geométrica griega, enunciados de teoremas sobre la igualdad de figuras planas, el cálculo de áreas, la resolución de ecuaciones de segundo grado por el método de al- Jwarizmi, la división de las superficies tratada desde una concepción análoga a la de las *Métricas* y la medición de los sólidos” (Collette, 1985, p. 229, vol. I).

Rey Pastor (1984) destaca como al más grande de los matemáticos medievales a Leonardo de Pisa (1170-1250), también conocido como Fibonacci. Nacido en Italia, aunque educado en el norte de África, acompañó a su padre, que era diplomático, en muchos de sus viajes por Europa y Asia Menor, “con el fin de iniciarle en los negocios y métodos comerciales, y en particular en los cálculos” (Collette, 1985, p. 230, vol. I). A lo largo de estos viajes, descubrió el sistema árabe empleado para escribir los números, comprendiendo la importancia que tenía en los sistemas de cálculo.

Al regresar a Pisa, Leonardo publicó, en 1202, *Liber abaci*, o *Libro del ábaco*, obra que tuvo una gran importancia no solo por su contenido, sino porque muestra que “la adquisición de conocimientos científicos no se iba a limitar ya por mucho más tiempo al clero y a las celdas de los monasterios” (Wussing, 1998, p.90), sino que una nueva clase social, la burguesía, acabaría con el privilegio del saber. En esta obra, “combate el uso de los ábacos, para mostrar en cambio las ventajas del sistema decimal y de las cifras hindúes sobre el sistema romano y los números romanos” (Rey Pastor, 1984, p. 177). Su reputación como matemático llegó a ser tan grande que el “emperador Federico II se detuvo en Pisa para organizarle una competencia cuyo contrincante principal era Juan de Palermo” (Sestier, 1989, p.46). Hemos de tener en cuenta que estas competiciones entre matemáticos de prestigio estuvieron muy de moda en estos siglos.

Al principio de la obra, su autor expone la idea de que la aritmética y la geometría están estrechamente relacionadas y se refuerzan mutuamente. Dividida en quince capítulos, en ella se insiste en los símbolos indios de numeración, dedicando los cinco primeros a la numeración posicional y operaciones elementales, los capítulos seis y siete

tratan de las fracciones, los siguientes hasta el once se centran en aplicaciones comerciales o problemas de cambio, y en los últimos se aborda, entre otros, los problemas numéricos de geometría y la resolución de ecuaciones de segundo grado siguiendo los métodos de al-Jwarizmi (Collette, 1985).

Leonardo de Pisa fue famoso en su época porque poseía todo el conocimiento matemático de su generación y de las precedentes, “siendo sin duda el matemático más original y hábil de toda la época medieval cristiana” (Collette, 1985, p. 232, vol. I), aunque buena parte de su trabajo era demasiado difícil para ser comprendido por sus contemporáneos. Referente a la geometría, a él se debe “una *Practica geometriae* en 1220, donde introduce la resolución de problemas geométricos mediante el álgebra” (Rey Pastor, p. 177), al tiempo que “aparecen procedimientos para medir alturas y depresiones con un cuadrante”. Con respecto a esta obra, Collette (1985) añade que contiene, entre otras cosas, la construcción de una media proporcional con ayuda de la regla y el compás, la demostración del teorema de Pitágoras mediante triángulos semejantes, la división de figuras, problemas de duplicación del cubo o problemas geométricos resueltos siguiendo la tendencia árabe y babilónica. En otras de sus obras, Leonardo reprodujo buena parte de los *Elementos* de Euclides y de la trigonometría griega.

Algo posterior a Fibonacci es Giovanni Campano de Novara, quien tradujo los *Elementos* de Euclides recurriendo tanto a las versiones de otros autores árabes como a la versión latina de Adelardo de Bath. Esta traducción se imprimió en 1482, siendo el primer texto impreso de los *Elementos* (Collette, 1985). Con respecto a su obra, Rey Pastor (1984, p. 178) nos sugiere que “Campano demostró ser algo más que un traductor”, ya que a él se debe el intento de fundar la aritmética de los números naturales sobre un sistema de cuatro axiomas, que utiliza para demostrar, entre otros, la inconmensurabilidad de un segmento con los segmentos que lo dividen en media y extrema razón. Realiza también comentarios sobre “el carácter especial del ángulo formado por dos circunferencias tangentes, reabriendo la cuestión del ángulo de contingencia” (Rey Pastor 1984, p.179).

Otro importante autor del siglo XIII fue John de Holywood, también conocido como Sacrobosco. Fue maestro en París, y entre sus obras más famosas caben destacar su *Sphera mundi*, que sirvió de texto en toda Europa hasta después de Copérnico, y *Algorismus vulgaris*, famoso tratado de aritmética.

Podemos afirmar que “el siglo XIII fue probablemente el más brillante de toda la

Edad Media” (Durán, 2000, p.87), ya que es el primer siglo en el que funcionan las universidades a pleno rendimiento, es el siglo del arte gótico, y tanto la filosofía como la teología alcanzan plena madurez; en cambio, el siglo XIV, con el azote de distintas plagas que van a reducir la población de Europa a la mitad, va a ser muy distinto.

Rey Pastor (1984) indica que al finalizar el siglo XIII se inicia una nueva era de transición hacia el Renacimiento. En Europa, por fin, se pudieron conocer los trabajos de Euclides, Ptolomeo o Arquímedes, y se admiraron tanto estas obras, que los principales estudiosos se convirtieron en discípulos del pensamiento griego, apreciándolo más que incluso a sus propias creaciones, aunque esto no evitó que algunos estudiosos como Roger Bacon (1214-1294) o Guillermo de Ockham (1300-1349) atacaran duramente la obra de Aristóteles o la física y metafísica de la época griega.

Un personaje destacado del siglo XIV fue Nicolás de Oresme (1323-1382). Nacido en Normandía, estudiaría en la escuela de Navarra, llegando a ser profesor y después gran maestro en la actual escuela Politécnica de París. Posteriormente, alcanzó, dentro del rango eclesiástico, ser obispo de Lisieux. Nicolás de Oresme es célebre en matemáticas por sus reglas equivalentes a nuestras leyes sobre los exponentes, notaciones particulares de potencias fraccionarias o irregulares, representación gráfica de variaciones o reglas para la suma de series infinitas, entre otros. Entre sus obras destacan *Algorismus proportionum* o *De proportionibus proportionum*.

Oresme demostró, aunque en forma incompleta, que el espacio recorrido por un móvil en movimiento uniformemente acelerado es igual al que recorrería en ese mismo tiempo a una velocidad constante que fuera el promedio de la velocidad inicial y la velocidad final del movimiento uniformemente acelerado (Sestier, 1989). Para ello, tuvo la genial idea de utilizar los gráficos para facilitar la comprensión de las variaciones, trazando el diagrama de la velocidad en función de un tiempo, obteniendo un gráfico de dos dimensiones mediante el que proporciona una verificación geométrica.

En palabras de Collette (1985, p. 256, vol. I), “la utilización gráfica en términos de longitud y latitud –la una perpendicular a la otra- de un diagrama velocidad tiempo es en esencia una operación de geometría analítica”. Más adelante señala que el uso que Oresme hace de las coordenadas “es importante porque estas coordenadas sirven para representar gráficamente una cantidad variable o una cualidad”, y al aproximar “el movimiento por movimientos de velocidad escalonada, es decir constante en pequeños intervalos” (Sestier, 1989, p. 50), utiliza el procedimiento que Riemann en el siglo XIX

emplea para calcular la integral.

5.7. La geometría en el Renacimiento europeo

5.7.1. Introducción

En el período comprendido aproximadamente entre los años 1.400 y 1.600, que llamaremos Renacimiento, “Europa fue sacudida profundamente por una cantidad de acontecimientos que acabaron por alterar drásticamente las perspectivas intelectuales, y agitaron la actividad matemática con magnitud y profundidad sorprendentes” (Kline, 1992, p. 291, vol. I). Las circunstancias políticas, las guerras o las influencias revolucionarias, entre otras, fueron responsables de estos cambios y desarrollos.

La caída de Constantinopla en el año 1453, fue sin duda el acontecimiento más importante de la época, ya que provocó la emigración hacia Italia de muchos refugiados bizantinos que llevaron consigo manuscritos originales de la civilización griega, prácticamente desconocidos en el mundo occidental, lo que produjo que la actividad matemática en Europa iniciara de nuevo un fuerte ascenso.

Además, Wussing (1998, p. 95) nos indica que “en los siglos XIV y XV empezaron a aparecer en algunas regiones del sur, oeste y centro de Europa las primeras características de un capitalismo temprano”, surgiendo una clase social, la burguesía, cuyas aspiraciones estaban encaminadas hacia la economía y por tanto, a adquirir conocimientos útiles para este fin. Buscaron los saberes y ciencias de la antigüedad, y se preocuparon por asimilar y aprovechar el patrimonio cultural de esa época.

En Italia se acumuló durante el final de la Edad Media, una gran riqueza, que fue esencial para propiciar el aprendizaje, y que ayudó a que se concibieran y expresaran “los modos de pensar que iban a moldear la civilización occidental” (Kline, 1993, p. 292, vol. I). Este mismo autor nos indica que la clase de los comerciantes “contribuyó a instaurar un nuevo orden en Europa promoviendo las exploraciones geográficas de los siglos XV y XVI” (p. 293, vol. I), lo que supuso mejores rutas para el comercio, y traer a Europa conocimientos de tierras lejanas.

Por todos estos motivos, durante el siglo XV aumenta la demanda de textos originales griegos de Arquímedes, Euclides, Apolonio y otros matemáticos de la antigüedad, por parte de los estudiosos renacentistas o humanistas, para así poder someterlos a un análisis crítico. Dunham (1993, p. 177) nos dice que “las últimas décadas del siglo XV marcan un periodo de efervescencia intelectual en Europa. Claramente la civilización

occidental se había despertado del letargo de la Edad Media”. En este sentido, también fue de gran importancia la invención de la imprenta por Gutenberg en 1450, que contribuyó a difundir y a unificar los conocimientos eliminando las divergencias entre copistas al copiar un manuscrito; también se consiguió abaratar los precios de los escritos, por lo que los libros estaban al alcance de un mayor número de personas.

La mayor parte de los incunables matemáticos fueron aritméticas muy elementales, libros de cuentas y algo de álgebra. Estos libros cubrían una necesidad de la sociedad a medida que se desarrollaba el comercio, tratándose pues “de matemática aplicada a las necesidades de la vida pública” (Durán, 2000, p.89), aunque también hay excepciones de libros de matemáticas puras.

Los trabajos de Platón, que se conocieron en el siglo XV, sirvieron para que los europeos aprendieran que la naturaleza está diseñada matemáticamente, y que este diseño es armonioso, estéticamente agradable y la verdad última. Los escritos de Pitágoras también fueron ampliamente estudiados.

Durante estos siglos, Inglaterra y Francia eran los países en los que se encontraban los matemáticos más importantes, sin embargo, debido a las grandes guerras que sufrieron, la guerra de los Cien Años y la guerra de las Dos Rosas, perdieron esta supremacía en favor de las universidades italianas, germánicas y polacas.

5.7.2. *La geometría en los inicios del Renacimiento*

Entre los primeros matemáticos del Renacimiento, cabe destacar a Nicolás de Cusa (1401-1464), “hijo de un hombre que vivía pobremente de los productos de la pesca” (Collette, 1985, p. 255, vol. I), accedió rápidamente al capelo catedralicio, fue gobernador de Roma, y un gran eclesiástico que llegó a ser cardenal de la Iglesia católica.

Aunque no tuvo mucho éxito como matemático, se interesó por la solución de la cuadratura del círculo, contribuyó con el estudio del área del círculo, y la rectificación de la circunferencia, de la que obtuvo una expresión bastante aproximada: “la circunferencia es igual al perímetro del triángulo equilátero inscrito en un círculo cuyo diámetro es el radio de la circunferencia a rectificar más el lado de su cuadrado inscrito”. Su doctrina filosófica de la *unidad de los contrarios* le condujo a creer “que los máximos y los mínimos están relacionados y que así, el círculo, el polígono con mayor número de lados, debía ser conciliable con el triángulo, el polígono con menor número de lados” (Collette, 1985, p. 256, vol. I). Consiguió determinar como valor

aproximado de π 3,142337 por medio de construcciones poligonales.

Sin duda el matemático más influyente de la época fue Johan Müller (1436-1476), también conocido como Regiomontano, nacido en Königsberg. Estudió en las universidades de Leipzig y Viena, donde cobró afición por las matemáticas y la astronomía (Collette, 1985). Este mismo autor nos indica que acompañó a Roma al cardenal Bessarion, y allí adquirió un profundo conocimiento de la lengua griega, que él mismo aprendió para poder recopilar todos los manuscritos matemáticos y astronómicos, ya que quería traducir e imprimir un gran número de libros.

Esta idea surgió porque pensaba “ordenar los teoremas sobre trigonometría dispersos en escritos clásicos, islámicos y europeos, los resultados y las tablas auxiliares y ofrecer una presentación sistemática de todo este material” (Wussing, 1998, p. 102). Para ello, y de vuelta a Alemania, estableció una imprenta hacia 1471, donde esperaba imprimir traducciones de autores como Arquímedes, Apolonio o Herón entre otros, aunque su muerte temprana a los cuarenta años de edad, retardó el desarrollo de las matemáticas que se hubiera acelerado gracias a los muchos libros que pensaba traducir.

En el plano matemático, fue básicamente un geómetra y astrónomo, prototipo del científico renacentista. Muy célebre es su obra *De triangulis omnimodis libri quinque*, escrita entre 1462 y 1464, que constituye “una exposición sistemática de los métodos de resolución de triángulos, que marca el renacimiento de la trigonometría” (Collette, 1985, p. 257, vol. I). Martín (2000, p. 52) destaca que “en esta obra incluyó por primera vez el conocido hoy día como teorema de los senos, que establece la proporcionalidad de los lados de un triángulo con los senos de los lados opuestos”, y algo más adelante, que “fue el primer gran tratado sobre geometría plana y esférica” (2000, p. 54).

Hasta este periodo, las obras de astronomía iban siempre acompañadas de tablas de funciones trigonométricas, estando esta última al servicio de la astronomía. Con Müller, se “llevó a erigir la trigonometría en disciplina independiente de la astronomía” (Collette, 1985, p. 258, vol. I). En esta obra, que consta de cinco capítulos, el autor dedica los dos primeros a la trigonometría plana, y los tres restantes a la trigonometría esférica.

El estudio general de los triángulos llevó a Müller a considerar problemas de construcciones geométricas, un poco al estilo de la *División de las figuras* de Euclides. En este sentido, son también famosas sus obras *Tabulae directionum* y *De triangulis*.

Luca Pacioli (1445-1517), fue un fraile franciscano italiano nacido en el seno de una familia humilde dedicada al pequeño comercio, en un pueblo al norte de Perugia. Martín

(2000) nos indica que con 20 años se fue a Venecia, donde entró al servicio de un rico comerciante como preceptor de sus hijos, y así conoció la importancia y necesidad de tener un buen conocimiento matemático; al mismo tiempo, continuó con sus estudios en esta disciplina. Posteriormente, y después de ordenarse fraile franciscano en el año 1.472, enseñó matemáticas en las Universidades de Perugia, Nápoles y Roma.

Fue un matemático de gran importancia durante el renacimiento, y publicó en 1494 “una compilación impresionante de los trabajos anteriores, así como de los conocimientos aritméticos, algebraicos, geométricos (elementales) y comerciales de su tiempo” (Collette, 1985, p. 262, vol. I), llamada *Summa de aritmética, geometría, proportioni et proportionalita*. En ella, “Pacioli trataba las matemáticas usuales de su tiempo, con un énfasis en la resolución de las ecuaciones de primer y segundo grado” (Dunham, 1993, p. 177). Collette (1985) señala que la parte geométrica que aparece en esta obra es poco importante, y que algunos de sus problemas, en los que aparecen valores numéricos específicos, recuerdan a los de Regiomontano. La obra es poco original porque, de forma más bien teórica, toma material de obras anteriores, aunque es muy completa y sistemática y sirvió como libro de estudio hasta el siglo XVI.

En 1509 publica otra obra, quizá con menor interés práctico, pero también de importancia, llamada *De divina proportione*, en la que trata de exponer sus trabajos de geometría. En ella se incluyen magníficos dibujos de polígonos regulares, y de sólidos atribuidos a su amigo Leonardo da Vinci.

Leonardo da Vinci (1452-1519), fue un gran “pintor, escultor, ingeniero, arquitecto y hombre de ciencia italiano” (Collette, 1985, p. 263, vol. I). Era hijo de Ser Piero, notario de la señoría de Florencia. Este mismo autor nos indica que paralelamente a sus trabajos en campos tan variados como los indicados anteriormente, llevó a cabo un trabajo de investigación e información para dar a su doctrina una base teórica; además, pensaba publicar sus tratados, que desgraciadamente no vieron la luz, pues su obra fue ignorada.

Como hemos señalado, alcanzó fama como lingüista, botánico, zoólogo, geólogo, músico, pintor, arquitecto, inventor, escultor, anatomista e ingeniero. Además, Leonardo se distinguió por “su desconfianza del conocimiento que muchos estudiosos profesaban tan dogmáticamente” (Kline, 1992, pl 301, vol.I), y criticó los conceptos, métodos y contenidos de aquellos “cuyo conocimiento había sido adquirido solo en los libros... adornándose no de sus propios trabajos sino de los de otros” (Kline, 1992, p. 301, vol. I).

En sus obras manuscritas, encontramos cuadraturas de lúnulas, inscripciones de

polígonos regulares, transformaciones de sólidos –paralelepípedos rectángulos de bases cuadradas- en sólidos de igual volumen, o tentativas insatisfactorias de problemas de espejos esféricos, entre otros. Su espíritu inquieto le impidió detenerse suficientemente en las actividades matemáticas propias de su época para obtener resultados apreciables, aunque alcanzó una gran fama por sus aplicaciones de las matemáticas a las ciencias y por la teoría de las perspectivas.

Su trabajo fue el de un investigador, no llegando a comprender el verdadero método de la ciencia. Sus puntos de vista sobre la matemática y el conocimiento operativo eran peculiares. Kline (1992) nos sugiere que leyendo su obra se encuentran muchas afirmaciones que demuestran que era un matemático ilustrado y un filósofo profundo que trabajó a nivel del matemático profesional.

5.7.3. *El comienzo de las matemáticas modernas*

Durante el Renacimiento, mientras en Italia se desarrollaban las ciudades comerciales de Venecia, Génova o Pisa entre otras, en el norte de Europa surgen una serie de ciudades que compiten con las anteriores por el comercio, empezando a aliarse para defender sus intereses y conseguir privilegios. Esta alianza fue la *Liga Hanseática*, que dio lugar a una rigurosa organización en los almacenes de los puertos, y a incluir la figura de un funcionario encargado de la contabilidad. Se publicaron varias obras de cálculo destinadas a los comerciantes, y más adelante aritméticas y álgebras.

En esta línea, Dunham (1993, p. 204) destaca que:

“El foco de la actividad se desplazó hacia el norte, de los dotados algebristas italianos...a un conjunto de pensadores franceses, alemanes y británicos. Las causas de este desplazamiento fueron ciertamente numerosas y, como en cualquier empresa humana, en ellas participó una buena dosis de puro azar. Pero algunos estudios, al señalar este fenómeno, han concedido una cierta importancia a la relativa libertad de investigación de la Europa del Norte en contraste con las duras restricciones impuestas por la Iglesia en Italia”.

Este mismo autor nos indica que aunque no todo fuese libertad y apertura en el norte de Europa, la reforma parecía favorecer una investigación sin trabas que permitió, años después, la aparición de figuras como Kepler, Newton o Descartes.

En esta época, el interés suscitado por las obras griegas rehabilitadas a principio del siglo XVI se desvanece poco a poco para dar paso a una conciencia cada vez más crítica hacia esos modelos, que es preciso sustituir por algo mejor, aunque los hombres de ciencia consideraban necesario conocer los textos griegos de un nivel matemático

superior.

En Italia, nos encontramos en la cumbre del renacimiento. Entre los principales autores podemos señalar a Niccolo Fontana, nacido en Brescia en torno al año 1500. Huérfano de padre desde los 6 años, vivió en un ambiente de pobreza, no aprendiendo a leer hasta los 14 años. Desde su infancia, su vida estuvo marcada por la desgracia; Dunham (1993) y Martín (2000) nos señalan que durante el ataque por los franceses a su ciudad, cuando solo tenía 12 años, fue herido gravemente en el rostro por un soldado perforándole la traquea, y aunque sobrevivió ya no pudo hablar con claridad, por lo que su apodo fue *el Tartaglia* (tartamudo).

Desde entonces se dedicó a estudiar por su cuenta, adquiriendo conocimientos con gran rapidez. A pesar de su deformidad física, fue un matemático dotado. Enseñó matemática en Verona y más tarde en Venecia, donde murió en 1557. A él se deben trabajos muy notables en balística, geometría aplicada y análisis combinatorios. También es importante por su labor en la difusión de los clásicos griegos, siendo “autor, por ejemplo, de una edición en italiano comentada de los *Elementos* de Euclides, publicada en Venecia en 1543” (Martín, 2000, p. 151), y por su contribución al renacimiento de las ideas científicas.

Es famoso el reto que le planteó De Fior, y que llevó a Tartaglia hacia 1541, a resolver las ecuaciones cúbicas. Collette (1985, vol. I) nos indica que De Fior era un matemático de poco talento, al que su maestro Scipione del Ferro, había revelado antes de su fallecimiento la resolución algebraica de la ecuación cúbica. Tartaglia, que presumía de tener un método de resolución de ecuaciones, le envió a De Fior una lista de 30 problemas que cubrían varios campos matemáticos, y en respuesta, este le suministró “una lista de 30 ecuaciones cúbicas disminuidas y, de esta forma, puso a Tartaglia en un gran aprieto” (Dunham, 1993, p. 1799), ya que se habían apostado 30 cenas que debía pagar el perdedor. Tartaglia, con el tiempo casi agotado, descubrió la solución, no se sabe si porque tuvo acceso a las notas de del Ferro o por un método propio, y pudo resolver todos los problemas que le plantearon con facilidad, mientras que su oponente no lo consiguió.

Otro autor importante fue Girolamo Cardano (1501-1576). Nacido en Roma, era hijo de Facio Cardano, jurista de prestigio. Collette (1985, vol. I) nos señala que estudió en Roma, Pavía y en Padua, donde obtuvo el título de medicina en 1524, y se doctoró con excelentes notas. Kline (1992, Vol. I) nos señala que su carrera como pícaro y estudioso fue fascinante, y que él mismo cuenta que pasó una infancia llena de miseria y

desprecio, y que fue muy pobre durante sus primeros cuarenta años.

Comenzó una vida profesional turbulenta en la que practicaba la medicina, astrología y enseñaba matemáticas en varias universidades italianas. Vivió durante un año en Escocia, y de vuelta a Pavía, obtuvo una cátedra en la prestigiosa Universidad de Bolonia, aunque fue acusado de brujería y encarcelado. Su fama como médico y astrólogo se extendió con rapidez por Europa, aunque tuvo grandes problemas, llegando a estar encarcelado por la Inquisición al publicar el horóscopo de Jesucristo. Se estableció en Roma en 1.571, y por su fama como médico, obtuvo una pensión hasta su muerte.

Publicó varias obras sobre cálculo, problemas algebraicos, medicina, física e incluso música y religión, “más de doscientos libros cuyo contenido recorren un amplísimo espectro de ciencias” (Martín, 2000, p. 167). “Fue extraordinariamente prolífico; sus obras completas reúnen 7.000 páginas y abarcan un conjunto impresionante de temas científicos y de otras materias” (Dunham, 1993, p.185). A pesar de su gran preparación en ciencias, Kline (1992, Vol. I) nos indica que era un hombre de su tiempo y creía firmemente en la astrología, en los sueños, los hechizos, supersticiones y lecturas de la mano.

Debido a su carácter excéntrico, tuvo una fuerte polémica con Tartaglia, el cual fue capaz de resolver todos los retos de resolución de ecuaciones que le propuso De Fior. “Cardano se había enterado del reto y deseaba conocer más detalles de las maravillosas técnicas de Tartaglia, el maestro de las ecuaciones cúbicas” (Dunham, 1993, p. 180). De este modo, le invitó a su casa prometiéndole presentarle un mecenas que acabase con sus problemas económicos. Durante uno de los encuentros, “Tartaglia aceptó revelar su secreto a Cardano, quien aprovechó la ocasión para apropiarse del método y publicarlo en su *Ars magna*” (Collette, 1985, p. 272, vol. I). Tartaglia le había hecho prometer que no lo comunicaría, puesto que pensaba publicarlo y venderlo para ganar dinero, por lo que cuando Cardano rompió su promesa y en 1545 imprimió *Ars Magna*, encajó mal esta traición, y comenzaron una serie de ataques, en los que se vieron incluidos otros matemáticos de la época.

A otros estudiosos, como Francisco Maurolico y Federico Commandino, les corresponden traducir textos griegos prácticamente desconocidos en la época. El primero, nació en Messina, Sicilia (1494-1575). Collette (1985, vol. I) nos indica que fue un geómetra de talento, y que consiguió con sus traducciones despertar el interés por los trabajos de Euclides, Arquímedes, Apolonio y muchos otros. Tradujo los cuatro

libros de las *Secciones cónicas* de Apolonio, y trató de reconstruir el libro V con la ayuda de los comentarios de Pappus. También escribió un tratado de aritmética, en el que enuncia y aplica el principio de la inducción matemática. Para Rey Pastor (1985, p. 36, vol. II) fue el más importante geómetra del siglo en Italia y se ocupó de traducir y estudiar las obras de autores clásicos, pero consideró “el estudio de estas curvas deduciendo directamente sus propiedades del cono del cual eran secciones, y no a la manera de Apolonio como figuras planas”.

El segundo de estos estudiosos, Commandino (1509-1575), fue un sabio italiano que “desplegó una gran energía para dar a conocer los grandes clásicos griegos mediante traducciones latinas de las *Secciones cónicas* de Apolonio, la *Colección matemática* de Pappus y los *Elementos* de Euclides. Esta última traducción sirvió de base a otras muchas” (Collette, 1985, p. 290, vol.I). Rey Pastor (1985) destaca que a él se deben contribuciones al estudio de los centros de gravedad y a la perspectiva.

El último tercio del siglo XVI aparece dominado por el francés François Viète (1540-1603), nacido en Fontenay-le-Comte, Francia. Hijo de un fiscal, estudió leyes para ser abogado como su padre. En 1570 se traslada a París donde, tres años más tarde, es nombrado consejero del Parlamento de Bretaña en Rennes, donde vive seis años. De vuelta a París es nombrado consejero privado real, pero cae en desgracia y es desterrado de esta ciudad. Comienza un periodo de ocio en el que se dedica a sus estudios matemáticos. Llegó a ser una de las figura más destacada del algebra, aritmética, geometría y trigonometría, aunque sus aportaciones “no fueran muy apreciadas por sus contemporáneos” (Wussing, 1998, p. 114), que chocaron contra las numerosas palabras técnicas, el simbolismo y la abstracción.

Collette (1985), señala que la geometría de Viète, se sitúa en un nivel equivalente a los trabajos de Apolonio o Pappus. Estudió los tres grandes problemas de la antigüedad, y mostró que la trisección de un ángulo y la duplicación del cubo podían resolverse mediante una ecuación cúbica. Su interpretación geométrica de las operaciones algebraicas fundamentales le permitió darse cuenta de que con la regla y el compás, solo se pueden resolver ecuaciones de primer y segundo grado. Además, mostró que la utilización de dos medias geométricas entre dos cantidades y la trisección del ángulo sirven, entre otras cosas, para resolver ecuaciones cúbicas y cuárticas.

Entre otras, hay que destacar sus obras *Canon mathematicus*, sobre aritmética y tablas trigonométricas, *In artem analyticem isagoge*, su obra algebraica más importante publicada en la década de 1590, o *Variorum de rebus mathematicis responsorum liber*

VIII, en la que trata “ los tres problemas clásicos griegos, la tangente a la espiral arquimediana, la cuadratura de lúnulas, los ángulos de contingencia, trigonometría y, quizá lo más espectacular de todo, la primera expresión exacta de π en la historia, mediante su célebre producto infinito de radicales” (Durán 2000, p. 104).

Wussing (1998, p. 104) nos señala que Viete realizó importantes investigaciones y “obtuvo una representación de π como producto infinito”, realizando una serie de trabajos relativos a su cálculo “dirigidos a resolver el problema de si el círculo, área o perímetro, es *exactamente* medible o no, en conexión con el problema clásico de la cuadratura del círculo”. Llegó a calcular treinta y cinco cifras decimales de este número.

Otro matemático de gran importancia en el siglo XVI fue Simón Stevin (1548-1620), nacido en Brujas. Comenzó trabajando de cajero y contable, y llegó a ser funcionario de hacienda en su ciudad natal. Viajó por Prusia, Polonia y Suecia. Enseñó matemáticas al príncipe Mauricio de Nassau, que lo ordenó intendente general de los ejércitos holandeses, puesto que conservó hasta el final de sus días.

Collette (1985, p. 299, vol.I) destaca que “conocía bien los trabajos de Euclides, Apolonio y al- Jwarizmi, y estaba familiarizado con las obras de Cardano, Tartaglia y Bombelli”. Sus preocupaciones matemáticas hicieron de él uno de los grandes matemáticos del siglo XVI, alcanzando la fama en geometría y trigonometría, por la reducción de las fórmulas trigonométricas relativas a los triángulos esféricos a seis fórmulas básicas, y por la división decimal de los grados.

Kepler en Alemania y Galileo en Italia, son dos de los más destacados matemáticos de esta época. El primero, nacido en el ducado de Wurtemberg (1571-1630), era de modestos orígenes. En este sentido, Collette (1985, vol. 1) nos indica que tras una infancia muy dura, fue admitido gratuitamente en el seminario, y gracias a su brillante inteligencia, el duque de Wurtemberg le apoyó y pagó sus estudios, consiguiendo obtener un grado universitario y más tarde estudiar en la universidad de Tübingen. Allí, con un profesor de matemáticas y astronomía llamado Michael Mästlin, comenzó su formación astronómica en la teoría de Copérnico. Terminados sus estudios de teología, debido a su trabajo, dedicación y conocimientos del latín, le ofrecieron un puesto de profesor en la universidad de Grätz, de donde fue expulsado cuando la ciudad pasó a tener un control católico.

Debido a las persecuciones religiosas, se refugió en Praga, donde se convierte en discípulo y ayudante del célebre astrónomo Tycho Brahe. Cuando este muere, el emperador Rodolfo II le nombra matemático imperial, aunque con un sueldo pequeño,

que hizo que tanto él como su familia vivieran en la pobreza, mitigada por los extras que recibía de la elaboración de horóscopos.

Destaca, entre otros, por la resolución de problemas de cónicas, por calcular el área de la elipse, o por la determinación del volumen de sólidos generados al girar una curva alrededor de una cuerda, de una tangente o de una cuerda exterior. Se dedicó a la búsqueda de las armonías geométricas. Después de numerosos estudios sobre las órbitas de los planetas, rechazó el sistema de círculos y óvalos, y descubrió, por puro azar, una relación entre los planetas con sus radios, estableciendo un movimiento en forma de una elipse con el sol en uno de sus focos.

Publicó así su *Astronomia nova* en 1609, en el que establece “las dos primeras leyes del movimiento planetario” (Collette, 1985, vol. I, p. 310), según la cual los planetas se mueven siguiendo órbitas elípticas con el sol en uno de sus focos, y la velocidad con que se mueve cada planeta hace que el segmento que lo une al sol recorra áreas iguales en tiempos iguales. Más tarde, al inicio de la guerra de los Treinta Años, publica la tercera ley del movimiento planetario, en la que señala que los tiempos de revolución de cualquiera dos planetas alrededor del sol son proporcionales al cubo de sus distancias medias al sol.

Galileo Galilei (1564-1642) nació en Pisa, “hijo de un hidalgo florentino, pobre pero instruido” (Collette, 1985, p. 310, vol. I). En esta ciudad cursó estudios de medicina en la universidad, aunque no tardó en interesarse por las ciencias, especialmente por la mecánica y sus aplicaciones. Cuando contaba 18 años, le ocurrieron dos hechos que hicieron que abandonase los estudios de medicina por los de ciencias y matemáticas: primero observó el movimiento de vaivén de una lámpara y determinó que la duración de las oscilaciones no dependían de su amplitud, y en segundo lugar, y casi sin querer, escuchó una clase de matemáticas que le abrió nuevos intereses. Kline (1992, vol. I) destaca que aprendió matemáticas privadamente de un ingeniero, cambiando sus estudios de medicina a matemáticas.

Collette (1985, vol. I) nos indica que estudió a fondo a los grandes sabios de la antigüedad, como Euclides y Arquímedes, y adquirió pronto fama de matemático, y aunque por motivos económicos no pudo acabar sus estudios universitarios, consiguió una plaza de profesor en Pisa, donde empezó “a escribir importantes trabajos matemáticos que suscitaron celos en los menos competentes” (Kline, 1992, p. 433, vol.I). Al sentirse incómodo con el trato de los compañeros, aceptó un puesto de profesor de matemáticas en la Universidad de Padua, donde permaneció durante 18

años. En esta época, realiza estudios sobre imanes, se interesa por los anteojos astronómicos e inventa el antejo que lleva su nombre.

Tras su descubrimiento del telescopio, abandonó la Universidad para comenzar a trabajar como primer filósofo y matemático para el Gran Duque de Toscana. En estos momentos ya había realizado algunos de sus grandes descubrimientos sobre la caída de los cuerpos, que caen a la misma velocidad sin importar su tamaño o peso. Dunham (1993, p. 205) destaca que “Galileo había estudiado el movimiento de los cuerpos en caída libre con tal escurpulosidad e ingenio que alteró para siempre la naturaleza de la física”. También encontró la ley de aceleración uniforme que rige la caída, y reconoció la trayectoria que siguen los proyectiles.

Con la ayuda del telescopio observó los planetas, el sol y las demás estrellas, obteniendo una serie de conclusiones que le llevaron a traspasar los límites que la Iglesia había marcado para la ciencia. Kline (1992, vol. I) nos señala que algunas de las opiniones de Galileo, en las que defendía la teoría de Copérnico, fueron denunciadas a la Inquisición y, aunque las denuncias no prosperaron, en 1.616 fue llamado a Roma y se le obligó a renegar públicamente de las doctrinas relativas al movimiento de la tierra (Collette, 1985, vol. I). Con la llegada del nuevo Papa Urbano VIII, amigo suyo, obtuvo un permiso especial para seguir sus estudios y publicar.

Para Collette (1985, vol. I), las conclusiones y descubrimientos científicos más importantes de este autor se encuentran en dos obras escritas en italiano, una sobre astronomía y otra sobre física, en las que recurre a las matemáticas, aludiendo frecuentemente a las propiedades de lo infinitamente grande y lo infinitamente pequeño, *Diálogo sobre los dos sistemas del mundo, el de Tolomeo y el de Copérnico*, publicado en 1.632, y *Discursos y demostraciones matemáticas relativas a dos nuevas ciencias*, en 1.638, donde “Galileo ofreció su nuevo método científico” (Kline 1992, p. 433, vol. I).

Otro de los autores destacados en esta época es Bonaventura Cavalieri (1598-1647), religioso jesuita, alumno de Galilei, que enseñó matemáticas en Bolonia desde 1629 hasta su muerte. Collette (1985, vol. I) destaca que escribió obras de matemáticas, óptica y astronomía, y fue en gran parte responsable de la introducción de los logaritmos en Italia, aunque su fama se debe principalmente a un tratado consagrado al método de los indivisibles, que provocó numerosas discusiones y críticas aunque contribuyó al progreso del cálculo diferencial e integral. Entre sus obras destacan el *Tratado de los indivisibles* y *Directorium universale uranometricum*, en la que se incluyen tablas del seno, de la tangente, de la secante, del inverso del seno y de su

logaritmo.

5.8. El siglo XVII. Los comienzos de la geometría proyectiva y analítica

5.8.1. Introducción

En los inicios del siglo XVII podemos ver que algo está cambiando en la sociedad. Sestier, (1989, p.91) nos indica que “durante el siglo XVII surge el científico moderno”, y comienza una etapa en la que los profetas, los utopistas y las especulaciones no están bien vistos como en los años anteriores. Por otro lado, aparece un público fuera del mundo universitario, aficionado al estudio de las matemáticas, la anatomía y la física que se reúne en sociedades libres con cierta regularidad. Rey Pastor (1985, vol. II) añade que este siglo, en el que se produce la conjunción del álgebra con la geometría, para la matemática fue singularmente favorable y fecundo, surgiendo, entre otros, el cálculo infinitesimal, la teoría de números, el cálculo de probabilidades y la geometría proyectiva. Para este autor, este florecimiento no se produjo de forma espontánea, sino que fue fruto de las condiciones favorables de la época, del renacimiento matemático producido en Europa desde el siglo XIII y de los contactos con el saber antiguo.

Las aportaciones sobre geometría que se obtuvieron durante el Renacimiento fueron de poca importancia desde el tiempo de Pappus hasta 1.600. En este sentido, Kline (1992, vol. I) destaca que hacía falta dirigir la mente de los matemáticos por otros caminos, por nuevos problemas, entre los que destacaban los que procedían de las ciencias o de las necesidades prácticas. Collette (1985, p. 279, vol. I) nos indica que “en Europa, antes del siglo XVI, se resolvieron algebraicamente muchos problemas geométricos y, algunas veces, la solución algebraica de una ecuación iba acompañada de demostraciones geométricas”. Esta posición poco favorable de la geometría pura, se debía al desarrollo del álgebra simbólica, que era utilizada por los matemáticos para resolver problemas de geometría.

El uso que Kepler hizo de las secciones cónicas, así como la óptica tras la invención del telescopio y microscopio, el diseño de lentes, las exploraciones geográficas de nuevos continentes que hacía necesario disponer de mapas o el problema de hallar áreas y volúmenes entre otros, hicieron necesarias nuevas soluciones (Kline, 1992, vol. I). La forma de tratar las secciones cónicas se vio alterada, y “tales curvas empezaron a definirse como lugares geométricos en el plano, en vez de como secciones de un cono, como en la obra de Apolonio” (Kline, 1992, p. 381, vol. I). No solo las cónicas, también

otras curvas griegas más antiguas fueron estudiadas de nuevo. Aunque todo este trabajo fue útil, no ofrecía novedades en los resultados ni en los métodos de demostración. Además, el problema práctico de hallar áreas y volúmenes empezó a atraer mayor atención.

La primera innovación trascendente tuvo lugar como respuesta a los problemas que se planteaban los pintores sobre la perspectiva. El siglo XVII será el gran motor de nuevas geometrías para la representación: la proyectiva y la analítica.

5.8.2. *La geometría proyectiva*

Fue después del Renacimiento cuando las nuevas necesidades de representación del arte y de la técnica, empujan a ciertos humanistas a estudiar propiedades geométricas para obtener nuevos instrumentos que les permitiesen representar la realidad. Aquí se enmarcan las figuras del matemático y arquitecto Luca Pacioli, de Leonardo da Vinci, de Alberto Durero, de Leone Battista Alberti o de Piero della Francesca, por citar sólo algunos ejemplos.

Todos ellos, al descubrir la perspectiva y la sección, intuyen la necesidad de sentar las bases formales en las que cimentar las nuevas formas de geometría, apareciendo así la geometría proyectiva, cuyos principios fundamentales aparecen de la mano de estudiosos como Pascal, de la Hire o Désargues en el siglo XVII.

Para Collette (1985, p. 280, vol. I), Gérard Desargues (1593-1661) fue el inventor de la geometría proyectiva, aunque “mucho antes de que se hubiese identificado un grupo proyectivo se habían descubierto propiedades proyectivas”. Kline (1992, p. 384, vol. I) nos indica que llegó a ser oficial del ejército y arquitecto, que conocía la obra de Apolonio y “pensó en la posibilidad de introducir nuevos métodos de demostración de teoremas sobre cónicas, cosa que hizo, y con plena conciencia de la potencia de tales métodos”. También quería mejorar la formación y la técnica de los artistas, ingenieros y talladores de piedra; para ello, comenzó por poner orden en muchos teoremas reutilizables.

Este mismo autor señala que su texto principal, *Borrador de un ensayo de tratado de los resultados de los encuentros de un cono con un plano*, escrito en 1.636, trata de lo que actualmente llamaríamos métodos proyectivos en geometría. Publicó en 1.648 el teorema fundamental sobre triángulos y otros resultados, llegando a ser considerado como el primer teorema no trivial en geometría proyectiva.

Désargues empleaba una curiosa terminología en sus obras, llamando *palmas* a las

rectas, o *truncos* a ciertos puntos señalados en la recta, lo que hizo que algunos autores de la época, como Descartes, Pascal o Fermat encontrasen difícil su lectura, y que incluso lo llamasen loco, aun cuando luego lo respetasen profundamente y lo reconocieran como “el verdadero fundador de la teoría de las secciones cónicas, y hallaba su libro rico en ideas” (Kline, 1992, p. 385, vol. I).

Entre sus obras, destaca el teorema que lleva su nombre, un teorema fundamental sobre las involuciones, la noción de cuaterna armónica y la teoría de polos y polares, entre otros. Este autor no solo aportó nuevos conceptos, “sino que, sobre todo, introdujo la proyección y sección como nuevo método de demostración, unificando así el estudio de los distintos tipos de cónicas, que Apolonio había tratado por separado” (Kline, 1992, p. 392, vol. I).

Otro de los autores de esta época fue Pascal, nacido en Clermont, Francia. Fue un niño enfermizo y tuvo mala salud durante su corta vida (1623-1662). Kline (1992, vol. I) nos apunta que aunque su padre intentó mantenerlo alejado de las matemáticas hasta que tuviese quince o dieciséis años, edad que se suponía adecuada para poder comprenderla y estudiarla, él a los doce insistió en saber qué era la geometría, y, una vez que se lo dijeron, comenzó a trabajar en ella por su cuenta y, “aunque aún era un adolescente de 14 años, asistía ya a reuniones de maduros matemáticos franceses” (Dunham, 1993, p.206).

Siguiendo los consejos de Desargues, publicó a los dieciséis años un libro sobre cónicas que empleaba métodos proyectivos, un texto que se ha perdido, pero que Descartes, cuando lo leyó, lo consideró tan brillante que no podía creer que lo hubiese escrito alguien tan joven. En este sentido, este mismo autor añade que “a los 16 años, había impresionado tanto con sus escritos matemáticos al poderoso Descartes que éste no podía creer que un muchacho tan joven pudiera ser su autor” (Dunham, 1993, p. 206).

Dedicó mucho tiempo y energía al estudio de la geometría proyectiva, consiguiendo descubrir las propiedades fundamentales de la curva cicloide. También fue uno de los fundadores del cálculo y estudió la probabilidad realizando contribuciones importantes. A los 19 años inventó una máquina calculadora para ayudar a su padre en su trabajo como tasador de impuestos, al tiempo que realizó trabajos en física, llegando a ser un verdadero maestro en prosa francesa y un famoso polemista en teología. “Fue grande en muchos otros campos”, y “desde la infancia trató de reconciliar la fe religiosa con el racionalismo de las matemáticas y la ciencia, y ambos compitieron por su energía y su

tiempo a lo largo de su vida” (Kline 1992, p. 393, vol. I).

Este mismo autor destaca más adelante que en su obra matemática fue mayormente intuitivo, anticipando grandes resultados y realizó soberbias conjeturas que le permitieron ver métodos más directos que los hasta ahora utilizados. Animado por Desargues, escribió un libro sobre cónicas que empleaba métodos proyectivos. El resultado más conocido de Pascal en geometría proyectiva es el teorema que lleva su nombre sobre un hexágono inscrito en una cónica.

De la Hire (1640-1718) fue pintor en su juventud, y más tarde se dedicó a las matemáticas y astronomía. Kline (1992, vol. I) indica que, al igual que Pascal, estuvo muy influenciado por los trabajos de Désargues. Realizó un considerable trabajo sobre las secciones cónicas, siendo su trabajo *Sectiones Conicae* (1685) el más importante. En él, demostraba las propiedades del círculo y las trasladaba a otras secciones cónicas por proyección y sección.

En su obra, se pueden hallar prácticamente todas las propiedades de las cónicas que hoy nos son familiares, explicadas y establecidas sistemáticamente. También prueba las propiedades armónicas de los cuadriláteros, llegando a demostrar en total más de trescientos teoremas. En la teoría de polos y polares también obtiene nuevos e importantes resultados.

Varios autores, como Kline (1992, vol.I) o Collette (1985, vol.I) nos indican que esta nueva geometría de Desargues, que consideraba que la geometría es bastante más que un medio para generalizar las diversas reglas gráficas utilizadas por las diferentes técnicas, fue estudiada ampliamente por Pascal o por de la Hire. Además, la matemática pura no resultaba agradable en el siglo XVII, puesto que se buscaban métodos algebraicos efectivos para el tratamiento de problemas matemáticos que proporcionasen el conocimiento cuantitativo que ciencia y tecnología buscaban, y los resultados cualitativos obtenidos por la geometría proyectiva con sus métodos sintéticos no eran tan útiles. Por estos motivos, las matemáticas de Désargues, Pascal y La Hire fueron olvidados y se redescubrieron más tarde, no siendo hasta el siglo XIX cuando los matemáticos, con Gaspard Monge en primer lugar, y sobre todo con Poncelet, tuvieron conciencia de esta nueva rama de la geometría.

En estos siglos y con estos autores “estaba naciendo una nueva y fundamental rama de la geometría interesada en las propiedades de posición e intersección, y no en las métricas o de tamaño” (Kline, 1972, p. 398). De este modo, los estudiosos comenzaron a interesarse más en la intersección de rectas y no tanto en longitudes, ángulos y áreas

como sucede con la geometría euclídea. Aun así, se resistieron a emplear este tipo de geometría basada en las propiedades de posición e intersección, y no en las métricas o de tamaño, intentando mejorar los métodos de la geometría de Euclides.

5.8.3. *La geometría analítica*

Kline (1992, vol.I) destaca que Fermat y Descartes continuaron con el estudio de métodos generales para el estudio de las curvas. Ambos se hallaban inmersos en el trabajo científico, por lo que eran plenamente conscientes de la necesidad de utilizar métodos cuantitativos. La disciplina que crearon se llama “geometría de coordenadas o analítica”, y pretendían asociar ecuaciones algebraicas a las curvas y superficies, y cuya esencia “reside en la compenetración entre la geometría y el álgebra” (Wussing, 1998, p. 124). Para Kline (1992, p. 401, vol. I), “está fuera de toda duda que la motivación de Fermat y Descartes se hallaba en las necesidades de la ciencia y en su interés por la metodología”.

Sestier (1989, p. 92) nos sugiere que “el primer triunfo del racionalismo se produce en las matemáticas y es la *geometría analítica*”. Añade que “la geometría analítica fue inventada primero por Pierre de Fermat, que no la publicó, y un poco después fue editada como apéndice a su gran sistema filosófico por el genio Descartes”.

Descartes (1596-1650) fue el primer gran filósofo moderno, uno de los fundadores de la biología moderna, eminente físico y, de manera accidental, matemático. Nació en Turena, Francia. Kline (1992, vol. I) nos dice que a los ocho años su padre lo mandó a un colegio de jesuitas donde, por su delicada salud, le era permitido pasar las mañanas en la cama, tiempo que aprovechaba para estudiar. A los veinte años se licenció en la universidad de Poitiers como abogado y marchó a París. Estudió durante un año matemática, y en 1619 se enroló en el ejército bávaro, donde pasó los siguientes nueve años viajando por Bohemia, Hungría, Alemania, Holanda, Francia e Italia, aunque siguió estudiando matemáticas.

Al lograr resolver un problema publicado en un tablón en Breda, Holanda, se convenció de su habilidad matemática, planteándose seriamente dedicarse a ellas. Volvió a París, donde se entusiasmó con la potencia del telescopio, y comenzó a estudiar la teoría y construcción de instrumentos ópticos. En 1628 marchó a Holanda buscando un ambiente más intelectual, libre y seguro, y allí vivió durante veinte años, y escribió sus famosas obras.

Para Dunham (1993, p.206), la obra publicada en holandés, en 1637, el *Discours de*

la méthode pour bien conduire la raison, et chercher la vérité dans les sciences, “es un tratado sobre la ciencia universal que anticipa y aguijonea la gran explosión científica que caracteriza a esta época”. Es un clásico de la literatura y la filosofía, que contiene tres apéndices, *La Géométrie*, *La Dioptrique* y *Les Méteores*. Es la parte de *La Géométrie*, la que contiene sus ideas sobre la geometría analítica y el álgebra, y el único libro que publicó Descartes sobre matemáticas, ya que el resto de sus ideas las comunicó por carta. Este libro le acarreó una gran fama, logrando muchos seguidores. Sus ideas dominaron el siglo XVII, y llegaron a ser conocidas incluso entre personas ajenas a la ciencia. Para Kline (1992, p.404, vol. I), “el *Discours* le trajo gran fama de inmediato, y su entusiasmo y el de su público no dejaron de crecer con el paso del tiempo”.

Al estar convencido de la importancia del método y la posibilidad de emplear con éxito las matemáticas en el trabajo científico, se dedicó a aplicarlo a la geometría. Descartes, en su obra *La Géométrie*, propone un nuevo método de resolver problemas geométricos, y por extensión, de investigar en geometría. Sestier (1989, p. 92) nos dice que utiliza una excelente notación “y hace una presentación de problemas y métodos de gran pureza y perfección”, el prototipo de un trabajo matemático. Se trata de realizar una construcción geométrica, proporcionando de este modo una base geométrica al álgebra, mostrando que las cinco operaciones aritméticas corresponden a construcciones sencillas con la regla y el compás. De este modo, señala en primer lugar que las construcciones geométricas requieren sumar, restar, multiplicar y dividir, así como extraer raíces cuadradas de líneas concretas.

Propone tomar lo mejor del álgebra y de la geometría y corregir los defectos de una con la ayuda de la otra. Aun así, su libro no es fácil de entender, omite las demostraciones de la mayor parte de sus enunciados generales, dejándolos indicados para que otros completen los detalles, y llegó a presumir de que pocos matemáticos en Europa podían entender su trabajo.

Descartes descubrió que “las interrelaciones entre el álgebra y la geometría resultaban más inteligibles mediante el uso de coordenadas en el estudio de las ecuaciones de dos incógnitas, y su método, esencialmente nuevo, consistía en utilizar la representación gráfica de las ecuaciones indeterminadas” (Collette, 1985, p.11, vol.II).

Este nuevo método se basa en la siguiente construcción: en un plano se trazan dos rectas perpendiculares o ejes -que por convenio se trazan de manera que una de ellas sea horizontal y la otra vertical-, y cada punto del plano queda unívocamente determinado

por las distancias de dicho punto a cada uno de los ejes, siempre y cuando se dé también un criterio para determinar sobre qué semiplano determinado por cada una de las rectas hay que tomar esa distancia, criterio que viene dado por un signo. Ese par de números, las coordenadas, quedará representado por un par ordenado (x, y) , siendo x la distancia a uno de los ejes, por convenio será la distancia al eje vertical, e y la distancia al otro eje, el horizontal.

En la coordenada x el signo positivo, que suele omitirse, significa que la distancia se toma hacia la derecha del eje vertical o eje de ordenadas, y el signo negativo, que nunca se omite, indica que la distancia se toma hacia la izquierda. Para la coordenada y el signo positivo, que también se suele omitir, indica que la distancia se toma hacia arriba del eje horizontal o eje de abscisas, tomándose hacia abajo si el signo es negativo, y en este caso tampoco se omite nunca. A la coordenada x se la suele denominar *abscisa* del punto, mientras que a la y se la denomina *ordenada* del punto.

Como hemos señalado, existe una cierta controversia, aun hoy, sobre la verdadera paternidad de este método. Lo único cierto que conocemos es que se publica por primera vez como "Geometría Analítica", apéndice al "Discurso del Método", de Descartes; si bien se sabe que Pierre de Fermat conocía y utilizaba el método antes de su publicación por Descartes, y Omar Khayyam ya en el siglo XI utilizara un método muy parecido para determinar ciertas intersecciones entre curvas.

Lo novedoso de la *Geometría Analítica*, como también se conoce a este método, es que permite representar figuras geométricas mediante fórmulas del tipo $f(x, y) = 0$, donde f representa una función. En particular, las rectas pueden expresarse como ecuaciones polinómicas de grado 1, del tipo $ax + by = 0$, y las circunferencias y el resto de cónicas como ecuaciones polinómicas de grado 2, de acuerdo con las ecuaciones para la circunferencia $x^2 + y^2 = 4$, y la hipérbola $xy = 1$. Esto convertía toda la geometría griega en el estudio de las relaciones que existen entre polinomios de grados 1 y 2.

El método original utilizaba solamente el eje de abscisas, calculando el valor de la segunda componente del punto (x, y) mediante la ecuación de la curva, dándole valores a la magnitud x . Por otro lado, Descartes solo considera valores positivos de las cantidades x e y , dado que en la época aun resultaban "sospechosos" los números negativos. Como consecuencia, en sus estudios existen ciertas anomalías y aparecen curvas sesgadas. Con el tiempo se aceptaron las modificaciones que muestran el método tal y como lo conocemos hoy en día.

Fermat es considerado por algunos, como Pascal, el gran geómetra de Europa. Fue

“la primera persona que describió las coordenadas” (Stewart, 2009, p.91). Este personaje contribuyó en gran medida a la evolución de las matemáticas en campos tan variados como la geometría analítica, el cálculo diferencial e integral, la teoría de números o la teoría de probabilidades.

Nació en Beaumont-de-Lomagne, Francia (1601-1665), siendo hijo de un mercader de cueros y de la hija de una familia de abogados. Escogió la carrera de derecho, llegando a ser consejero en el parlamento de Toulouse en 1631. Progresó rápidamente y llegó a convertirse en consejero del rey en el parlamento local de Toulouse. A pesar de todo, las matemáticas eran su pasión. En 1629 ya había realizado importantes descubrimientos en geometría y la teoría precursora del cálculo infinitesimal. Sestier (1989, p. 92) nos dice que “Fermat trabajaba por puro gusto y se negó siempre a publicar sus obras aunque una vez accediera a hacerlo en forma anónima”. Él se contentaba con resolver los problemas y comunicarles las soluciones a sus amigos, ya que era modesto por naturaleza pero firme en la defensa de sus ideas.

Se interesó por los grandes clásicos de Alejandría, partiendo de las obras de Diofanto para sus trabajos sobre la teoría de los números. Cuando en el Renacimiento se descubrió y se tradujo la obra *Aritmética*, de ese autor, Fermat compró un ejemplar y, después de estudiarlo, realizó “grandes descubrimientos acerca de las sorprendentes propiedades de los números enteros” (Dunham, 1993, p. 207).

En sus estudios sobre las curvas, se basó sobre todo en Apolonio, y se propuso reconstruir sus dos libros sobre los *Lugares planos*, que se habían perdido. Según Sestier (1989), esto lo hizo cuando solo contaba 28 años de edad, y le llevó a embarcarse en sus propias investigaciones, lo que le condujo al estudio analítico de los máximos y mínimos, a problemas de lugares geométricos, y a plantear en un corto ensayo, *Ad locos planos et solidos isagoge*, terminado en 1636, los principios fundamentales de la geometría analítica.

“Creó su propia geometría analítica independientemente de –y quizá antes que– Descartes y, en algunos aspectos, la aproximación de Fermat al tema es más moderna que la de su famoso coetáneo” (Dunham, 1993, p. 207). Manifestó su propósito de llevar a cabo un estudio general de los lugares geométricos que los griegos no habían llegado a hacer. Así, introdujo ejes oblicuos en el plano –ejes que no se cortan necesariamente en ángulos rectos– y realizó una variante sobre el sistemas de coordenadas extendiéndolas a tres dimensiones, con lo que pudo determinar ecuaciones cuadráticas en las tres dimensiones x , y y z . Al realizar este trabajo, descubrió las

ventajas de reformular conceptos geométricos en términos algebraicos.

5.8.4. *Los nuevos métodos*

La aparición de la geometría analítica gracias a Descartes, trae consigo una nueva forma de entender la geometría. Surge así el nuevo método algebraico, en el que se estudian los objetos geométricos como representaciones en el espacio de ciertas ecuaciones polinómicas, o, dicho de otro modo, del conjunto de raíces de polinomios. Este método sustituye al antiguo, el sintético, consistente en establecer unos axiomas y unas definiciones y deducir de ellos los teoremas.

El método sintético está a estas alturas casi agotado, por lo que da paso al método algebraico. A pesar de esto, el método sintético aun dará algunos resultados interesantes, como la característica de Euler, en la que la naturaleza de estos resultados no es ya tanto geométrica como topológica, por lo que los resultados realmente importantes que se hagan en adelante en el campo de la geometría ya vendrán de la mano de métodos algebraicos o diferenciales. Este método definitivamente deja de ser un instrumento de investigación geométrica a principios del siglo XX, quedando relegado a un conjunto de instrumentos y herramientas para la resolución de problemas, pero ya como una disciplina cerrada.

Entre los nuevos métodos, es el algebraico el que se ve posibilitado por un avance en el álgebra hecho durante el siglo XVI, gracias a la resolución de las ecuaciones de tercero y cuarto grado. Esto permite generalizar la geometría, al estudiar curvas que no son dadas por polinomios de segundo grado, y que no pueden construirse con regla y compás.

Pero este método, que terminará constituyendo una disciplina propia, la geometría algebraica, tardará aun mucho, hasta el siglo XX, en salir de unas pocas nociones iniciales, prácticamente inalteradas desde Descartes, Fermat y Newton. La razón será la imposibilidad de resolver por radicales la ecuación de quinto grado, hecho no descubierto hasta el siglo XIX, y el desarrollo de la Teoría de Anillos y del Álgebra Conmutativa.

El método algebraico tiene otra generalización natural, el cálculo infinitesimal, que es la de considerar una curva no solo como una ecuación polinómica, sino como una ecuación $f(x,y) = 0$ en la que el polinomio es ahora sustituido por una función cualquiera f . La generalización de todo esto desde el plano de 2 coordenadas, al estereoespacio con 3 coordenadas, se hace de forma natural añadiendo un tercer eje perpendicular (eje z) a

los dos ya considerados, y las funciones tomarán la forma $f(x,y,z)$.

Ya en el siglo XVII, destaca la figura de Isaac Barrow (1630-1677). Fue profesor de Newton en Cambridge, llegando a ser catedrático, aunque se retiró para dedicarse a sus estudios teológicos y ejercer de capellán de Carlos II de Inglaterra. Gran admirador de los antiguos y traductor de Euclides, hizo aportaciones importantes al cálculo de áreas, y publica las célebres *Lecciones geometriae*, que comprenden trece lecciones, y en las que descubre, gracias a la geometría analítica, la relación entre la tangente a una curva y el área que encierra entre dos puntos y los ejes coordenados.

Es famosa la Regla de Barrow. Estuvo a punto de descubrir el cálculo infinitesimal, antes incluso de que Newton y Leibnitz dieran cada uno su exposición sobre él. Le faltó únicamente el conocimiento y dominio de la geometría analítica. La relación entre el análisis matemático y la geometría es así estrechísima desde incluso los orígenes de aquél.

Otro de los principales matemáticos de los siglos XVII y XVIII fue Newton. Nacido prematuramente el día de Navidad en una aldea de Woolsthorpe, Inglaterra (1642-1727), Kline (1992, vol. I) nos indica que vivió sus primeros años en una granja de la que se ocupaba su madre, ya que su padre falleció dos meses antes de nacer él. A los tres años su madre se volvió a casar y él quedó a cargo de su abuela.

Se educó en escuelas locales, con un bajo nivel educativo, en las que predominaba la formación humanística al estilo de la época, con una sólida formación en latín y griego. En su época de estudiante no mostró ningún talento especial, aunque fuera del colegio llenaba “su tiempo con la lectura y la construcción de diversos artilugios en miniatura de gran belleza y precisión” (Dunham, 1993, p. 210), como un pequeño molino de viento movido por un ratón que andaba sobre una correa, relojes de sol o cometas sobre las que colocaba un candil encendido, y que hacía volar por las noches.

Estos autores nos señalan que superó los exámenes de entrada en la Universidad de Cambridge en 1661, con deficiencias en geometría euclídea, y realizó estudios de filosofía natural, ciencia. Tuvo un gran interés y estudió la matemática de los clásicos griegos, aunque le costó un gran esfuerzo. Recibió muy pocos estímulos por parte de sus profesores, excepto por el matemático Barrow, que aunque no fue su profesor, sí tuvo contactos y pudo orientar a Newton en el estudio de la matemática moderna. Gracias a esta ayuda, comenzó a realizar experiencias por sí mismo y a estudiar *La Geometría* de Descartes, así como los trabajos de Copérnico, Kepler, Galileo, Wallis y el mismo Barrow.

Debido a la peste que asoló Londres, cuando terminó su trabajo de licenciatura volvió a su pueblo natal, donde empezó a pensar mucho más profundamente en cuestiones científicas y matemáticas, e inició trabajos de mecánica, matemáticas y óptica. Estos dos años que duró la peste fueron los más productivos, ya que realizó en esta época varios descubrimientos, como la ley de gravitación; además, obtuvo un método para tratar los problemas de cálculo o descubrió que la luz blanca está compuesta por todos los colores. En 1667 vuelve Cambridge, obtiene el grado de maestro, y cuando Barrow renuncia a su plaza es contratado como profesor de matemáticas.

En un principio Newton no publicó sus descubrimientos por temor a la crítica. Kline (1992, vol. I) nos dice que cuando, en 1.672, animado por sus amigos Barrow y Edmond Halley, presenta su trabajo sobre la luz, es criticado duramente por la mayor parte de sus contemporáneos, que tenían una visión muy diferente sobre la naturaleza de la misma. Quedó tan desconcertado que decidió no volver a publicar. Aun así, continuó haciéndolo esporádicamente, y tres años más tarde, cuando presentó un trabajo en el que planteaba que la luz era una corriente de partículas, fue muy atacado y acusado de que otros ya habían descubierto estas ideas, por lo que decidió que sus trabajos serían dados a conocer después de su muerte, idea que no llegó a cumplir pues publicó varios libros y artículos. Dunham (1993, p.232) destaca que:

“Herido por la crítica, se retiró aún a su mundo más propio, rehusando publicar o comunicar sus ideas, por miedo a verse enredado en más disputas con sus menos ilustrados colegas Esta decisión supuso que trabajos científicos brillantes permanecieran desconocidos e inéditos en el cajón de su mesa durante décadas”.

Entre sus obras destacamos, por su relación con la geometría, *De Analysi*, en el que investiga las propiedades de las líneas curvas apoyándose en el método de las tangentes de Descartes, junto a los problemas de cuadratura y rectificación de curvas; y *Tractatus de Quadratura Curvarum*, en el que propone fundamentar su cálculo sobre bases geométricas sólidas, por lo que hace hincapié en la concepción cinemática de las curvas.

Kline (1992, p. 474, vol.I) nos señala que “Newton era también un químico importante” y que “además de su obra sobre mecánica celeste, luz y química, Newton trabajó en hidrostática e hidrodinámica”. Añade este autor que después de trabajar durante treinta y nueve años como profesor, se deprimió y abandonó la investigación, aceptando en 1.695 un contrato como director de la Casa de la Moneda de Londres. Durante los veintisiete años que estuvo en este puesto no hizo ninguna investigación, salvo para trabajar ocasionalmente en algún problema.

También es de gran relevancia en este siglo la figura del alemán Leibnitz (1646-1716). Estudió leyes y, después de defender una tesis sobre lógica, se licenció en filosofía. Escribió su primer libro sobre lógica con 20 años, pero no es hasta seis años más tarde cuando comienza su formación matemática. Kline (1992, vol. I) nos señala que, en 1.672, marcha a París en una misión política, y allí entra en contacto con Huygens y con otros matemáticos y científicos de la *Académie Royale des Scienses*, lo que estimula su interés por esta ciencia. Un año más tarde en Londres, hacia 1673, escribió sus primeros artículos sobre mecánica e ideó una máquina de calcular, que le permitió su acceso a la *Royal Society*.

A su vuelta de Londres, y durante los siguientes tres años, desarrolla la teoría de sumas y diferencias de cantidades infinitesimales, que culminaría en su cálculo diferencial e integral. Realizó un importante trabajo en lógica, mecánica, óptica, matemáticas, hidrostática, neumática, ciencia náutica y máquinas de calcular, estando sus trabajos, en especial los de matemáticas y filosofía, entre los mejores del mundo.

Publicó algunos artículos a partir de 1.684, pero “muchos de sus resultados, así como el desarrollo de sus ideas, están contenidas en cientos de páginas de notas hechas desde 1.673 en adelante, pero que él nunca publicó” (Kline, 1992, p. 490, vol. I). Sus obras se convirtieron en una serie de notas un tanto confusas, puesto que en ellas salta de un tema a otro sin ningún orden, o realiza cambios de notación a medida que avanzaba en sus razonamientos.

Entre sus aportaciones a la geometría, plantea el problema de las tangentes basándose en los procedimientos infinitesimales, e inventando la notación para el cálculo infinitesimal, proponiendo técnicas nuevas en la resolución de problemas. Además, “desea demostrar que, mediante sus métodos y notación, algunas curvas pueden expresarse como ecuaciones que no se pueden obtener de otra manera” (Kline, 1992, p.499, vol. I).

5.9. La Ilustración. Siglo XVIII

5.9.1. Introducción

El siglo XVIII, por sus características culturales, “fue calificado de siglo de las luces, de la Ilustración, del Iluminismo; fue el siglo de la razón” (Rey Pastor, 1985, p. 97, vol. II). En este sentido, Kline, (1992, p.516, vol. I) añade que “al final del siglo XVII, las matemáticas habían experimentado cambios tan amplios y radicales que nadie hubiera dejado de percibir la llegada de una nueva era”. Durante el último siglo y medio, los

matemáticos europeos habían producido mucho más que lo que los griegos habían trabajado durante diez siglos, debido, entre otros factores, a la difusión de la educación en Europa que promovió el desarrollo de matemáticos en Inglaterra, Francia, Alemania, Holanda e Italia.

Además de la expansión de la actividad científica, la variedad de nuevos campos abiertos en este breve periodo es impresionante. Kline (1992, p. 517, vol. I) nos indica que:

“El crecimiento del álgebra como ciencia (porque el uso de coeficientes literales permitió en buena parte la realización de demostraciones), así como la vasta ampliación de sus métodos y teorías, los comienzos de la geometría proyectiva y de la teoría de la probabilidad, la geometría analítica, el concepto de función y, sobre todo, el cálculo, fueron las principales innovaciones, cada una de ellas destinadas a empujar la realización por excelencia de los griegos –la geometría euclídea”.

Un aspecto característico de los siglos XVII y XVIII es la dependencia de significados y resultados físicos para sostener los razonamientos matemáticos, de hecho, los más grandes estudiosos, que contribuyeron con aportaciones a las matemáticas en estos siglos, “fueron, o bien primariamente científicos o al menos preocupados por igual por los dos campos”, siendo “difícil nombrar un matemático extraordinario de este siglo que no hubiera estado vivamente interesado por la ciencia” (Kline, 1992, p.522, vol. I).

Los primeros que vieron claramente que el álgebra proporcionaba un método superior fueron Wallis y Newton, de modo que varios autores, entre ellos Rey Pastor (1985, vol. II) denominaron a este periodo como el siglo newtoniano. Los trabajos de matemáticos de la talla de Desargues, Pascal o de la Hire fueron menospreciados y olvidados, y “la geometría pura fue eclipsada durante casi cien años convirtiéndose, como mucho, en una interpretación del álgebra y en una guía del pensamiento algebraico mediante la geometría de coordenadas” (Kline, 1992, p. 517, vol. I). Este mismo autor nos indica que a partir de 1.700, “cada vez más nociones, cada vez más apartadas de la naturaleza y surgiendo auténticamente de la mente humana, entrarían a formar parte de las matemáticas con menos reservas”, de modo que, para “la génesis de sus ideas, las matemáticas se desplazaron de las facultades sensoriales a las intelectuales” (1992, p.519, vol. I).

El éxito de la gravitación universal junto con las leyes newtonianas, que permiten traducir en ecuaciones diferenciales los movimientos celestes, dieron a la ciencia un notable impulso que hizo que la matemática del siglo XVIII fuera muy fecunda “en el

sentido de la elaboración de esas nuevas ramas y sobre todo en la riqueza de las aplicaciones, en especial del nuevo cálculo infinitesimal” (Rey Pastor, 1985, p.97, vol. II). Por tanto, la tarea más importante de los matemáticos de estos años se realizó en el campo de los métodos infinitesimales y sus aplicaciones.

Como hemos señalado, la mayoría de los autores consultados coinciden en afirmar que el mayor logro del siglo XVII fue el cálculo infinitesimal, del que brotaron nuevas e importantes ramas de las matemáticas, como las ecuaciones diferenciales, series, geometría diferencial, cálculo de variaciones y muchas otras. A partir de este momento, “el primer objetivo consistió en ampliar la materia objeto del cálculo infinitesimal” (Kline, 1992, p. 533, vol. II), y los matemáticos del siglo XVIII lo extendieron y, elaboraron un tratamiento puramente formal de este tipo de cálculo y de las ramas de análisis resultantes. Su habilidad técnica fue insuperable, a pesar de dejarse llevar en ocasiones por percepciones de carácter físico e intuitivo. Este mismo autor señala que los pensadores del siglo XVIII no distinguían entre álgebra y análisis por lo que, al no apreciar la necesidad del concepto de límite, y los problemas derivados de las series infinitas, “contemplaban el cálculo infinitesimal, de un modo ingenuo, como una extensión del álgebra” (Kline, 1992, p. 534, vol. II)

Además, “la exploración de problemas físicos lleva inevitablemente a la búsqueda de un mejor conocimiento de curvas y superficies” (Kline, 1992, p.722, vol. II), ya que las trayectorias de objetos en movimiento son curvas. Aprovechando dos herramientas, el método de la geometría de coordenadas y la fuerza del cálculo, los matemáticos abordaron los problemas geométricos con gran entusiasmo, obteniendo resultados impresionantes en un “nuevo campo creado por la aplicación del cálculo a los problemas geométricos, que se llamó geometría diferencial.” (Kline, 1992, p.722, vol. II).

5.9.2. *Euler*

Entre los principales autores y figura clave del siglo XVIII destaca Leonhard Euler (1707-1783), considerado el maestro de todas las artes matemáticas, hasta el punto de que Kline (1992, vol. II) lo sitúa a la altura de Arquímedes, Newton o Gauss. Nacido en Basilea, Suiza, muestra señales de genialidad desde su juventud. Hijo de un predicador calvinista, estudió en su ciudad natal con el famoso Johann Bernoulli, que pronto reconoció el talento de su discípulo. Este mismo autor nos señala que desde muy joven empezó a publicar y con 19 años ganó un prestigioso premio de la Academia de Ciencia

francesa sobre la colocación óptima de los mástiles de un barco, que por cierto nunca había visto navegando.

En 1.727 fue nombrado miembro de la Academia de San Petersburgo, en Rusia, y en 1.733 obtuvo una cátedra de matemáticas. Aunque en la década de 1.730 quedó prácticamente ciego de un ojo, “continuó trabajando sin trabas, resolviendo problemas importantes de campos matemáticos tan diversos como la geometría, teoría de los números y combinatoria, así como de áreas aplicadas como la mecánica, hidrodinámica y óptica” (Dunham, 1993, p.267).

Kline (1992, vol. II) nos dice que también colaboró con el gobierno ruso en numerosos problemas físicos, siendo invitado, en 1.741, por Federico el Grande a trasladarse a Berlín, donde permaneció hasta 1.766. Durante este periodo, dio clase a la princesa de Anhalt-Dessau, sobrina del rey de Prusia, publicando más tarde estas lecciones sobre diversos temas, como matemáticas, astronomía, física, filosofía o religión, en su obra *Cartas a una princesa alemana*.

En 1.766, a petición de Catalina la grande volvió a Rusia, y debido a los efectos del clima tan extremo sobre su delicada vista, la perdió totalmente, quedando ciego durante los últimos años de su vida. Sin embargo, estos años “no fueron por ello menos fructíferos que los precedentes; Euler tenía una memoria prodigiosa, recordaba las fórmulas de trigonometría y de análisis así como las potencias, hasta la sexta, de los cien primeros números primos” (Kline, 1992, p. 535, vol. II). Rey Pastor (1985) destaca que desarrolló una intensa actividad científica manifestada en todos los campos de la ciencia matemática y ciencias afines, que no decayó ni durante los últimos años de su vida, cuando totalmente ciego, dictaba sus trabajos.

Fue Euler la figura dominante y el matemático más prolífico en el siglo XVIII. Este mismo autor destaca que “la productividad matemática de Euler es increíble” (Kline, 1992, p.535, vol. II), y más adelante señala que “escribió textos sobre mecánica, álgebra, análisis matemático, geometría diferencial y analítica y sobre cálculo de variaciones que fueron obras clásicas por más de cien años” (Kline, 1992, p. 536, vol. II), a pesar de lo cual no tuvo que renunciar a una vida familiar, ya que se casó y tuvo trece hijos, estando siempre atento al bienestar de su familia, cuidando de sus hijos y nietos, a los que solía construir juguetes y leerles diferentes textos de la Biblia durante las tardes.

En teoría de números Euler resolvió y generalizó numerosos problemas de Diofanto o Fermat, abriendo nuevos campos de investigación; además se ocupó de análisis

indeterminados, se interesó por la combinatoria y cuadrados mágicos, la teoría de números primos, en álgebra obtuvo métodos originales de eliminación y descomposición en fracciones parciales simples, estudió la teoría de las ecuaciones intentando encontrar un método general para resolver ecuaciones de grado cualquiera, etc., aunque “es en el cálculo infinitesimal donde aparecen las contribuciones más originales de Euler” (Rey Pastor, 1985, p. 113, vol. II).

En relación con la geometría, el uso del número π se extendió y mantuvo gracias a Euler, utilizó letras minúsculas para designar los lados del triángulo y mayúsculas para los ángulos, el uso de las letras r , R y s para designar respectivamente los radios de la circunferencias inscritas y circunscritas y el semiperímetro de un triángulo, etc. También en varias de sus obras, como en *Investigaciones sobre la curvatura de superficies*, presenta contribuciones importantes a la teoría de curvas planas y en el campo de la geometría diferencial.

En adelante, y hasta la aparición de Gauss, la geometría queda supeditada a sus aplicaciones en mecánica y otras ramas de la física por medio de la resolución de ecuaciones diferenciales. Se estudia en especial la interpretación geométrica de las ecuaciones diferenciales, tanto de la solución en sí como problemas asociados a ellas, como puede ser el de las curvas ortogonales. En esta época surge el que será el caballo de batalla de la geometría diferencial: el Teorema de la Función Implícita.

5.9.3. *Las matemáticas en Francia*

El siglo XVIII fue el siglo de oro de los matemáticos franceses. Entre otros, Rey Pastor (1985) destaca a autores de la talla de Lagrange, Laplace o Legendre.

El primero de ellos, Joseph-Louis Lagrange (1.736-1.813) nació en Turín, Italia, aunque de origen francés, residiendo desde los treinta años en Berlín y París. Fue un gran matemático, físico y astrónomo, que “con sus escritos contribuyó a dotar a las ramas analíticas de la matemática de esa generalidad que las caracteriza, mientras las aplica a los más variados problemas de mecánica, de astronomía, de probabilidades” (Rey Pastor, 1985, p. 122, vol. II).

Procedía de una familia parisina que gozaba de buena posición social. Educado en la Universidad de Turín, no fue hasta los diecisiete años cuando mostró interés por la matemática, entusiasmo que despertó la lectura de una obra del astrónomo Edmund Halley. Tras un año de incesante trabajo era ya un matemático consumado.

Kline (1992, vol. II) nos indica que cuando tenía sólo diecinueve años envió una carta a Leonhard Euler en la que resolvió un problema, que había sido un asunto de discusión durante más de medio siglo, mediante una nueva técnica: el cálculo de variaciones. “En 1.775 obtuvo un procedimiento general, sistemático y uniforme para una gran variedad de problemas, y trabajó en ellos por muchos años” (Kline, 1992, p. 771, vol. II). Euler reconoció la generalidad del método y su superioridad, y con una cortesía rara en él, retuvo un artículo que él había escrito previamente para que el joven italiano tuviera tiempo para completar su trabajo, como exige la invención de un nuevo método de cálculo. El nombre de esta rama del análisis la sugirió el propio Euler. Este trabajo puso a Lagrange en primera línea entre los matemáticos de su época.

En 1.758, con la ayuda de sus alumnos publicó en la Academia de Turín la mayoría de sus primeros escritos, consistentes en los cinco volúmenes que aparecieron en una publicación periódica de una sociedad científica de Turín que él mismo contribuyó a fundar, llamada *Miscellanea Turinensia*. Rey Pastor (1985, vol. II) nos señala que en ellos, reorganiza el cálculo de las variaciones independizándolo de las consideraciones geométricas que le habían dado nacimiento, y otorgándole mayor generalidad.

En 1.761, Lagrange no tenía rival en el campo de las matemáticas, pero su trabajo incesante durante los últimos nueve años habían afectado seriamente su salud, y los doctores se negaron a ser responsables de su vida a menos que él se lo tomara en serio. Aunque su salud fue temporalmente restablecida su sistema nervioso nunca recuperó su tono y de aquí en adelante padeció constantemente ataques de melancolía severa.

En 1.797, estando en París, trabajó como profesor en la Escuela Politécnica, y como resultado de sus cursos publicó la *Théorie des fonctions analytiques*, donde “lleva a cabo el intento más ambicioso de reconstruir los fundamentos del cálculo infinitesimal” (Kline, 1992, p.572, vol. II), y años más tarde, en 1801 *Leçons sur le calcul des fonctions*, “tratados en los que expone los principios del cálculo infinitesimal de manera original, aunque no rigurosa” (Rey Pastor, 1985, p. 123, vol. II). En cuanto al cálculo integral, lo considera inverso del cálculo de derivadas, y emplea la denominación “derivadas” creando un método, que aun no siendo muy riguroso, tuvo el mérito de “haber asignado al teorema de Taylor la importancia que tiene en el análisis” (Rey Pastor, 1985, p. 124, vol. II). Este método no dejó de encontrar objeciones entre sus contemporáneos.

En 1.788, publicó la *Mécanique Analytique*, una obra que tuvo una gran importancia, y en la cual “la mecánica se considera, más que una ciencia natural, una geometría de

cuatro dimensiones (la cuarta dimensión es el tiempo)” (Rey Pastor, 1985, p. 125, vol. II). En 1810 inició una revisión de esta obra, pero su muerte le impidió completarla.

Otro autor de renombre es Pierre Simon Laplace (1.749-1.827). Nacido en una familia de granjeros en Beaumont-en Auge, Normandía, marchó a estudiar en la Universidad de Caen donde fue recomendado a D’Alembert, quien, impresionado por su habilidad matemática, lo recomendó para un puesto de profesor en la Escuela Militar de París en 1.767, donde tuvo entre sus discípulos a Napoleón. En 1.785 es nombrado miembro de la Academia de Ciencia y en 1.795, miembro de la cátedra de matemáticas del Nuevo Instituto de las Ciencias y las Artes, que presidirá en 1.812.

En 1.795 publicó su principal contribución en astronomía, con su obra *Mecanique Celeste*, escrita en cinco volúmenes que “comprenden todos los descubrimientos realizados por Newton, Clairaut, D’Alembert, Euler y Laplace mismo, sobre la mecánica del sistema solar expuestos en forma totalmente analítica, sin más datos de observación que los indispensables” (Rey Pastor, 1985, p. 125, vol. II). Realizó además un conjunto de investigaciones sobre el cálculo de probabilidades, reuniendo todos sus estudios sobre el tema en su obra *Théorie analytique des probabilités*, en la que se expone la teoría de las funciones generatrices, utilizando el cálculo infinitesimal en el tratado teórico.

En *Exposition du système du monde (Exposición del sistema del mundo, 1796)* expuso una teoría sobre la formación del sol y del sistema solar a partir de una nebulosa o remolino de polvo y gas, teoría que permanece en nuestros días como el fundamento básico de toda la teoría de la formación estelar. Por otra parte, demostró también la estabilidad del sistema solar, sentó las bases científicas de la teoría matemática de probabilidades en su obra *Théorie analytique des probabilités*, donde, entre otros logros, formuló el método de los mínimos cuadrados que es fundamental para la teoría de errores, y formuló de manera muy firme e influyente la imagen de un mundo completamente determinista.

En 1.799 fue nombrado ministro del interior y su antiguo alumno Napoleón I le confirió en 1.805 la legión de honor y en 1.806 el título de conde del Imperio. En 1.812 publica su *Teoría analítica de las probabilidades* y, en 1814, su *Ensayo filosófico sobre la probabilidad*. En 1.816 fue elegido miembro de la Academia Francesa. A pesar de su pasado bonapartista, tras la restauración de los Borbones fue lo bastante hábil como para conseguir ser nombrado marqués en 1.817.

Su obra más importante escrita en 5 volúmenes, entre 1.799 y 1.825, es *Traité de mécanique céleste* o *Tratado de mecánica celeste*, un compendio de toda la astronomía de su época, enfocada de modo totalmente analítico, y donde perfeccionaba el modelo de Newton, que tenía algunos fenómenos pendientes de explicar, en particular algunos movimientos anómalos que seguían sin solución.

Para Rey Pastor (1985, vol. II), Laplace es un matemático profundo, difícil de leer, ya que da los resultados sin exponer las etapas para llegar hasta ellos. Entre sus contribuciones originales podemos encontrar la generalización de las funciones esféricas, la generalización de la integral *euleriana* de segunda especie, varios estudios astronómicos, o métodos de resolución de ecuaciones, desarrollo de determinantes, de aproximación de integrales definidas, etc.

Adrien-Marie Legendre (1752-1833), fue profesor de la Escuela Militar, y más tarde examinador de la Escuela Politécnica. Kline (1992, vol. II) destaca de él que no dejó de trabajar con pasión y regularidad ni un solo día hasta su muerte. Abordó las más diversas cuestiones en su trabajo, aunque no tuvo la originalidad ni profundidad de Lagrange o Laplace, aun así, “su trabajo dio origen a teorías muy importantes, pero solo después de que fuese asumido por inteligencias más profundas” (Kline, 1992, p. 559, vol. II).

Realizó contribuciones importantes en la teoría de números, la estadística, el álgebra abstracta o en el cálculo integral. Rey Pastor (1985, vol. II) nos indica que sus investigaciones aparecen recogidas en sus obras, como *Théories des nombres*, en 1.839, en la que estudia los números primos, las ecuaciones indeterminadas y los restos potenciales.

Hizo importantes contribuciones a la matemática de su época, aunque gran parte de su trabajo fue perfeccionado posteriormente por otros autores, como sus trabajos en las raíces de los polinomios, que inspiró la teoría de Galois, o las aportaciones de Abel sobre las funciones elípticas, que fueron inspiradas por Legendre.

En su obra los *Exercices de Calcul Integral*, se ocupa de las integrales eulerianas y las integrales elípticas, que dieron lugar a las funciones elípticas que este mismo autor desarrolló en otras obras. También tuvieron mucho éxito sus *Eléments de géométrie*, publicados en 1.794, adoptados como texto en el continente y en los Estados Unidos. “Con Legendre aparece en la geometría el tratamiento de los teoremas previo al de los problemas”, adquiriendo la geometría “esa fisonomía entre algebraica y geométrica que caracterizó a la geometría elemental desde entonces”. (Rey Pastor, 1985, p. 127, vol. II).

En un apéndice de esta obra, incorpora algunas novedades, como la trigonometría, distancia mínima entre dos rectas no coplanares, o la demostración de la irracionalidad de π .

5.9.4. *El renacimiento de la geometría*

A principios del siglo XVIII, la geometría no estaba de moda, y parecía que había que hacer ostentación del análisis para pasar por un buen científico, por lo que pocos autores en esta época se interesaron por ella. “Pero a fines de siglo la geometría pura vuelve por sus fueros y mientras continua siendo estudiada con los recursos del análisis, nacen nuevas ramas de la geometría en las que el análisis ya no tiene cabida” (Rey Pastor, 1985, p. 133, vol. II). Kline (1992, p. 1105, vol. III) añade que “el estímulo para revivir la geometría sintética vino principalmente de un solo autor, Gaspard Monge”.

Este es el caso de la geometría descriptiva, que nace en 1.785 gracias a los esfuerzos de Gaspard Monge. Nacido en Beaune, era hijo de un vendedor ambulante. Estudió en las escuelas de Beaune, Lyon y más tarde en la escuela militar de Mézières. A los 16 años fue nombrado profesor de física en Lyon, cargo que ejerció hasta 1.765. Tres años más tarde fue profesor de matemáticas y, en 1.771, de física en Mézières. Entró en la Academia Real de Ciencias en 1.780 y publicó ocho años más tarde su *Traité de statistique*. Fue nombrado Ministro de Marina, y también contribuyó a fundar la Escuela Politécnica en 1.794, en la que dio clases de geometría descriptiva durante más de diez años, y donde fundó una escuela de geómetras (Kline, 1992, vol.II).

Durante la campaña de Italia conoce a Napoleón, por orden del cual se apropia de tres imprentas en el Vaticano. Es invitado a participar en la expedición de Egipto y Napoleón lo logra persuadir para que participe en ella. Se convierte en uno de los confidentes del joven general en Egipto y fue el primer presidente del Instituto de Egipto, fundado en agosto de 1.789. Regresó a Francia con Napoleón el 23 de agosto de 1.799, año en que publica su famosa obra *Geometrie descriptive*. La caída de Napoleón hace que le excluyan del Instituto y de la escuela Politécnica. Murió en París el 28 de julio de 1.818.

Monge consigue dar “unidad y jerarquía científica a aquella serie de procedimientos nacidos hacia fines del siglo XV para otorgar a los artistas y arquitectos normas para la mejor realización de sus obras” (Rey Pastor, 1985, p. 133, vol. II). En su ya citada obra *Géométrie Descriptive*, este autor utiliza el método que lleva su nombre para representar “en un plano las curvas, las superficies y sus relaciones mutuas, mediante dos

proyecciones ortogonales de aquellas sobre dos planos perpendiculares entre sí” (Rey Pastor, 1985, p. 133, vol. II). En palabras de Kline (1992, p. 1105, vol. III), “muestra cómo proyectar ortogonalmente un objeto tridimensional en dos planos (uno horizontal y otro vertical) de tal forma que a partir de esta representación sea factible deducir propiedades matemáticas del objeto”.

Monge se puede considerar el inventor de la geometría descriptiva, es decir, la que nos permite representar superficies tridimensionales de objetos sobre una superficie bidimensional. Con este método, consigue estudiar los principales problemas gráficos concernientes a los puntos, rectas, planos, superficies cónicas, cilíndricas, de rotación y regladas. Además, utilizó los recursos del análisis para estudiar nuevas propiedades de las figuras geométricas. “Con Monge, la geometría y el análisis se apoyan mutuamente” mostrando “la utilidad de pensar tanto geométrica como analíticamente” (Kline, 1992, p. 749, vol.II). Entre los discípulos de Monge, que fue un gran maestro, cabe destacar por sus grandes aportaciones a la geometría, a Jean Victor Poncelet, ya en el siglo XIX.

5.10. La geometría en la Edad Contemporánea. Siglos XIX y XX

5.10.1. Introducción

Los siglos XIX y XX fueron un periodo de intenso desarrollo matemático caracterizado por una gran extensión y diversificación. Autores como Rey Pastor (1985, p. 141, vol. II) destacan el enorme desarrollo tecnológico y científico de estos siglos, en los que “la matemática, como las demás ciencias, muestra una fecundidad asombrosa que se revela en el gran incremento del número de científicos y de trabajos, en la creación de sociedades y revistas especializadas”, de modo que “los progresos realizados durante el siglo XIX triplican con exceso los progresos realizados durante, digamos, los 40 siglos anteriores”.

Otro de los rasgos característicos que Rey Pastor (1985, vol. II) resalta en esta época es la unidad y autonomía que experimenta la matemática desde el primer tercio del siglo XIX, lo que le confiere una estructura íntima a las distintas ramas que los autores en matemáticas hasta el siglo XVIII estudiaron como conocimientos aparentemente distintos. De esta forma, “explotaron y adelantaron el poder del cálculo para producir lo que ahora son ramas importantes: series, ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, geometría diferencial y el cálculo de variaciones” construyendo “lo que es ahora el más amplio dominio de las matemáticas, que nosotros llamamos análisis” (Kline, 1992, p.

812, vol. II).

En cuanto a la geometría, Rey Pastor (1985, p. 143, vol. II) llama la atención sobre esta permanencia, “de la atmósfera griega y el estancamiento durante siglos, de las notas que esa atmósfera implicaba, sobre todo si se compara este hecho con los avances experimentados por las otras ramas de las matemáticas”, aunque hay que tener en cuenta que la obra de los geómetras griegos tenía una perfección difícil de superar. Kline (1992, vol. II) indica que en el campo de la geometría, los trabajos desarrollados por Euler y Lagrange reconocieron la efectividad superior de los métodos analíticos, reemplazando así los argumentos geométricos. Monge, considerado como un geómetra, o Laplace, infundieron nueva vida a la geometría mostrando su importancia, y dándole un mayor énfasis al análisis.

Además, se consiguieron grandes avances con las soluciones explícitas de problemas, destacando entre otros, los trabajos de Poncelet, que supusieron una renovación de la geometría pura. La geometría elíptica, introducida por Riemann a mediados de siglo, constituye un ejemplo de geometría no euclídea ampliamente difundida y extendida en los años posteriores. Gauss y Klein son otros de los autores destacados en este siglo.

Como señala (Kline, 1992, p. 819, vol. II), si el siglo XVIII abrió nuevos caminos a las matemáticas, “las gentes de los siglos XIX y XX, inclinados a despreciar el tosco, a menudo temerario, producto del siglo XVIII, subrayaron sus excesos y fallos a fin de enaltecer sus triunfos”.

5.10.2. El resurgimiento de la geometría proyectiva

Durante más de cien años después de la introducción de la geometría analítica, por parte de Descartes y Fermat, “los métodos algebraicos y analíticos dominaron la geometría, hasta la casi exclusión de los métodos sintéticos” (Klein, 1992, p. 1102, vol. III). Aun así, algunos autores persistían en intentar fundar el cálculo rigurosamente sobre la geometría, ya que los métodos geométricos siempre cautivaron algunas mentes, consiguiendo nuevos resultados sintéticamente.

Entre ellos, cabe destacar a Poncelet, discípulo de Monge. Kline (1992, vol. III), nos dice que nació en Metz, en 1.788, y murió en París, en 1.867. Fue un matemático e ingeniero francés que contribuyó con su trabajo a recuperar la geometría proyectiva. Estudió en la Escuela Politécnica y en la Academia Militar de su ciudad natal, llegando a ser oficial del ejército de Napoleón. Participó en la campaña contra Rusia, y, entre 1813 y 1814, estuvo retenido en la prisión de Saratoff, después de haber sido dado por

muerto durante la retirada de Moscú. Sus descubrimientos matemáticos más importantes, que habrían de renovar la geometría proyectiva, fueron gestados precisamente durante los años de cautiverio.

A su vuelta a Francia, y aprovechando los pocos ratos libres que le dejaban sus funciones como ingeniero militar, se dedicó a poner por escrito y dar a conocer sus descubrimientos. En 1.820 publicó su obra *Essai sur les propriétés projectives des sections coniques*, y dos años más tarde, en 1.822, su libro *Traité des propriétés projectives des figures*. En ellas, da a conocer la definición de las propiedades proyectivas “como aquellas propiedades que se conservan cuando la figura se somete a proyecciones y secciones” (Rey Pastor, 1985, p. 134, vol. II), e incluye el concepto de invariancia que había creado Desargues, que es fundamental en la actual geometría proyectiva. Para Kline (1992, vol. III), constituyen su principal contribución a la geometría proyectiva y al surgimiento de una nueva disciplina. En su tratado de 1.822, expone la teoría de la polaridad de una cónica o de una cuádrica, la homología plana y utiliza proyecciones centrales, consiguiendo, gracias a él, una serie de problemas de difícil resolución por la antigua geometría de las formas, fuesen ahora fácilmente resueltos aplicando los nuevos métodos.

Poncelet “no creía que los métodos sintéticos estuvieran necesariamente tan limitados, y propuso crear nuevos métodos que rivalizarían con el poder de la geometría analítica” (Kline 1992, p. 1103, vol. III). Este mismo autor destaca que “Poncelet fue el primer matemático en apreciar completamente que la geometría proyectiva era una nueva rama de las matemáticas, con métodos y metas propios” (Kline 1992, p. 1113, vol. III).

El trabajo de Poncelet se centra en tres ideas. La primera, acerca de las figuras homólogas, es decir, las que se derivan una de la otra mediante una proyección o una sección. La segunda idea sobre el principio de continuidad, por el que “si una figura es derivada de otra mediante un cambio continuo y la última es tan general como la anterior, entonces cualquier propiedad de la primera figura puede ser establecida inmediatamente para la segunda” (Kline 1992, p. 1113, vol. III). La tercera idea es la noción de polo y polar con respecto a una cónica, concepto que data de Apolonio, pero al que “Poncelet proporcionó una formulación general de la transformación de polo a polar” (Kline 1992, p. 1116, vol. III).

En 1.831 fue elegido miembro de la Academia de Ciencias, para ocupar el sillón que el fallecimiento de Laplace había dejado vacante, aunque por razones políticas tardó en aceptar el ofrecimiento.

5.10.3. *La geometría no euclídea: Gauss*

En el siglo XIX, “el advenimiento de las llamadas geometrías no euclidianas, ocurrido en la primera mitad del siglo, representa el grito inicial de independencia de la matemática y de la proclamación de su autonomía frente al mundo exterior” (Rey Pastor, 1985, p. 144, vol. II). Kline (1992, vol. III) destaca que, entre todas las creaciones complejas de este siglo, la más profunda y al mismo tiempo la más simple técnicamente, fue la geometría no euclídea, que dio paso a nuevas e importantes ramas de las matemáticas.

Hasta, aproximadamente, el año 1.800, todos los matemáticos estaban convencidos de que “la geometría euclídea era la idealización correcta de las propiedades del espacio físico y de las figuras de ese espacio” (Kline 1992, p. 1138, vol. III). Sin embargo, un tema preocupó a los matemáticos de esta época: el relativo al axioma de las paralelas en la forma establecida por el quinto postulado de Euclides, es decir, “si una recta al incidir sobre dos rectas hace los ángulos internos del mismo lado menores que dos rectos, las dos rectas prolongadas indefinidamente se encontrarán en el lado en el que están los ángulos menores que dos rectos”.

Al intentar eliminar las dudas acerca de este axioma, se pusieron los cimientos para este nuevo tipo de geometría que se vincula a la figura de uno de los grandes científicos de la primera mitad del siglo XIX, el alemán Gauss, astrónomo, físico, geodesta y matemático. Este autor, devuelve el carácter geométrico que impregna parte del análisis matemático, fundamentalmente con dos contribuciones: el nacimiento de la variable compleja y de la geometría diferencial. Pero no son las únicas contribuciones de este genio al campo de la geometría.

Carl Friedrich Gauss (1777-1855) nació en la ciudad alemana de Brunswick. Kline (1992, vol. III) nos indica que era hijo de un albañil, y, aunque desde muy joven parecía que iba a estar dedicado al trabajo manual, el director de la escuela en la que recibió su educación elemental, impresionado por su inteligencia, lo recomendó al duque Karl Wilhem, que lo envió a estudiar a una escuela superior y más tarde a la universidad.

En su adolescencia se vio dividido entre dedicarse a la filología o a la matemática. Comenzó a trabajar muy duro y a una edad temprana, en torno a los 14 años, se

convenció de que era posible una geometría lógica, no euclídea, “en la que el postulado de las paralelas de Euclides no se cumpliera” (Kline, 1992, p. 1150, vol. III). Continuó con sus estudios y demostró muchos teoremas. A los 19 años descubrió la manera de realizar el polígono regular de 17 lados, y la condición necesaria y suficiente para que un polígono regular pueda construirse. Estos éxitos determinaron su vocación y “lo convencieron de que debería cambiar de la filología a la matemática” (Kline, 1992, p. 1149, vol. III). El primer trabajo importante que presentó fue su tesis doctoral.

En 1.799, y basándose en las definiciones anteriores sobre la curvatura de una superficie, Gauss estaba convencido de que el axioma de las paralelas no podía ser deducido de los restantes axiomas de Euclides, y estas consideraciones le llevaron a considerar la posibilidad de crear geometrías no euclídeas. De una manera lenta y gradual, madura sus ideas y piensa incluso en publicarlas, de modo que años más tarde, “a partir de 1813, Gauss desarrolló su nueva geometría, que primero llamó geometría antieuclídea, más adelante geometría astral y finalmente geometría no euclídea” (Kline, 1992, p. 1152, vol. III). En ella, reafirmó que el postulado de las paralelas no podía ser demostrado sobre la base de los otros axiomas de Euclides.

Sin duda, la principal contribución de Gauss a la geometría es la creación de la geometría diferencial, retomando las ideas que sobre las relaciones entre el análisis matemático y la geometría había hasta entonces y desarrollándolas ampliamente. Partiendo de la base de que la geometría estudia el espacio, las curvas y las superficies, establece la noción fundamental de curvatura de una superficie. Para Gauss, una geodésica es una curva con la menor distancia entre dos puntos sobre una superficie, es decir, si tenemos dos puntos sobre una superficie, el camino más corto entre esos dos puntos sin salirnos de la superficie es un segmento de geodésica, concepto totalmente análogo sobre la superficie al de recta en el plano; de este modo, existen superficies en las que los triángulos formados por las geodésicas miden más de la medida de dos ángulos rectos, y otras en las que mide menos. Esto, esencialmente, es contradecir el V postulado de Euclides sobre las paralelas.

En 1.827 publicó un trabajo matemático sobre geometría diferencial, llamado *Investigaciones generales sobre superficies curvas*, que “fue el resultado de su interés en agrimensura, geodesia y cartografía, es una joya matemática” (Kline, 1992, p. 1149, vol. III). Además, realizó otras muchas contribuciones en álgebra, funciones complejas o teoría del potencial. Aunque a esas alturas ya era el matemático más prestigioso de Europa, mantuvo inédito su trabajo ya que su intención inicial era no publicar ninguno

de sus hallazgos, pues temía que la gente no lo iba a entender y lo ridiculizarían, pues consideraba que la mentalidad de la época no estaba preparada para un resultado de tal magnitud. “En el caso de la geometría no euclídea no publicó ningún trabajo definitivo” (Kline, 1992, p. 1150, vol. III). Lo que conocemos está tomado de cartas a sus amigos, dos breves reseñas en revistas matemáticas y algunas notas encontradas tras su muerte. Sólo vieron la luz cuando Bolyai publicó su geometría no euclídea, y comprobó que la comunidad científica general aceptaba el resultado. Además, Gauss fue el primero en considerar una nueva propiedad en la geometría: la orientación.

5.10.4. *La geometría diferencial de Riemann*

George Friedrich Bernhard Riemann (1826-1866) fue alumno de Gauss. Kline (1992, vol. II) nos indica que llegó a Göttingen en 1846 para estudiar teología, pero rápidamente cambiaron sus intereses para estudiar matemáticas. Su tesis doctoral fue escrita bajo la dirección de Gauss, en 1.851, y supone un ensayo básico de la teoría de funciones compleja. Tres años más tarde, el 10 de junio de 1.854, Riemann se dedica a dar clases a estudiantes y cobrar por ellas una cuota, y para completar su habilitación y conseguir un grado que le permitiría optar a una plaza de profesor universitario, da una conferencia en la universidad. El tema de la conferencia fue la geometría, a elección de Gauss, su protector y antiguo profesor durante la licenciatura y el doctorado.

La conferencia, cuyo título fue *Über die Hypothesen, Welche der Geometrie zu Grunde liegen* (*Sobre las hipótesis que están en los fundamentos de la geometría*), pasa por ser una de las más celebradas de la historia de la matemática, y uno de los mayores logros científicos de la humanidad. Rey Pastor (1985, p. 152, vol. II) nos dice que las ideas fundamentales que plantea “permitieron encarar el problema de las nuevas geometrías desde un punto de vista muy superior” y que “analiza, en la forma más general posible, el comportamiento infinitesimal de una multiplicidad de un número cualquiera de dimensiones”. Kline (1992, p. 867, vol. II) nos señala que “su trabajo sobre los fundamentos de la geometría buscó asegurar lo que es absolutamente seguro acerca de nuestro conocimiento del mundo del espacio físico”, añadiendo que “su trabajo sobre las leyes físicas fue su interés primordial” y que “usó libremente sus intuiciones geométricas y argumentos físicos”. De entre los presentes se dice que solo Gauss fue capaz de comprender su contenido.

Una de las consecuencias de las aportaciones de Riemann fue “la ampliación del cuadro de las geometrías no euclidianas y la introducción de la geometría elíptica (y

esférica)” (Rey Pastor 1985, p. 152, vol. II). Además, en el estudio de las geometrías generales *riemannianas* también tienen importancia las superficies de curvatura constante, cuyos ejemplos más simples son el plano y la esfera.

En la primera parte de la conferencia, Riemann se pregunta qué problema hay en aumentar el número de dimensiones del espacio, ya que “pensaba su superficie como una duplicación de n hojas de plano, completada cada replica por un punto en el infinito” (Klein 1992, p. 870, vol. II). Usando aun un lenguaje intuitivo y sin hacer demostraciones, introduce primero el concepto de variedad diferenciable, generalización del concepto de superficie a cualquier número entero positivo arbitrario de dimensiones. De hecho, el nombre *variedad* hace referencia a las diversas coordenadas que variarían para ir obteniendo los puntos del objeto.

No era la primera vez que se especulaba con la posibilidad de la existencia de espacios de dimensión superior a 3. De hecho este tema ha sido tratado en la historia en varias ocasiones, pero siempre desde un punto de vista de la realidad sensible, para negar su existencia, o ser de tipo metafísico. El punto culminante de la primera parte de la conferencia llegó cuando Riemann, utilizando las geodésicas, define el tensor curvatura seccional, que es la generalización a variedades del concepto de curvatura estudiado por Gauss. Este instrumento permite medir la curvatura de una variedad.

En la segunda parte de la conferencia, Riemann se pregunta por el modelo que debe de seguir el espacio físico, el espacio en el que nos movemos, cuál es su dimensión, cuál es su geometría. Las ideas de Riemann, decididamente muy avanzadas para su época, cuajaron definitivamente cuando Einstein y Poincaré, al mismo tiempo pero de manera independiente, las aplicaron al espacio físico para crear la Teoría de la Relatividad.

El nuevo modo de Riemann de estudiar la geometría considera que cualquier modelo de espacio, ya sea el plano, el espacio tridimensional o cualquier otro, puede ser estudiado como una variedad diferenciable, y que al introducir en ella una métrica se está determinando la geometría que gobierna ese objeto. Por ejemplo, el plano no es, por sí solo, euclidiano ni no euclidiano, sino que introduciendo la métrica euclídea es cuando en el plano verifica el V postulado de Euclides. Si en lugar de considerar esa métrica se introduce en el plano otra métrica, deja de verificarse el mismo postulado.

Cuando las ideas de Riemann consiguen extenderse, la geometría pasa ya definitivamente a ser el estudio de las variedades, dejando de ser definitivamente el estudio de triángulos, circunferencias, polígonos, etc.

Los puntos básicos de la conferencia de Riemann son, por un lado, la posibilidad de

aumentar indefinidamente el número de dimensiones del espacio, puesto que el álgebra y el análisis están ya creando la maquinaria necesaria para poder operar en dimensión finita arbitraria, con lo que definitivamente se podrá estudiar geometría más allá de su visualización gráfica. En definitiva, se trata de estudiar espacios de tres, cuatro, cinco, etc., dimensiones, y, por otro lado, de dotar a los geómetras de un instrumento, el tensor curvatura, que les permite estudiar las propiedades intrínsecas de esos nuevos objetos, esos nuevos espacios, las variedades.

5.10.5. Klein y el Programa de Erlangen

Felix Klein (1849-1925) es otra de las grandes figuras de la geometría en el siglo XIX. Nació en Dusseldorf en una familia de clase alta, siendo su padre secretario del jefe del gobierno prusiano. Estudió en la Universidad de Bonn con la intención de hacerse físico pero se hizo ayudante de laboratorio de Plücker, el cual estaba trabajando en geometría, y Klein cayó bajo su influencia. Su tesis, presentada en 1.868, era sobre geometría aplicada a la mecánica. Profesor de la universidad de Göttingen, “fue una de las figuras de las matemáticas en Alemania durante la última parte del siglo XIX y la primera del XX” (Kline 1992, p. 1200, vol. III).

A él se deben importantes trabajos en geometría, muy en particular sus investigaciones para tratar las geometrías no euclídeas como casos particulares de la geometría proyectiva, así como el reconocimiento de dos clases de geometrías elípticas. “Klein fue el primero en reconocer que no necesitamos superficies para obtener modelos de las geometrías no euclídeas” (Kline 1992, p. 1200, vol. III). De esta forma, en 1.871, descubrió que la geometría euclidiana y las no euclidianas pueden considerarse como casos particulares de la geometría proyectiva, o mejor dicho, de la geometría de una superficie en un espacio proyectivo. Además, demostró que la geometría euclidiana es consistente, es decir, no puede llevar a contradicciones. Al probar que ambas geometrías son consistentes, “acabó prácticamente con la controversia sobre el estatus de la geometría no euclidiana” (Stewart, 2009, p.200), aunque el asunto continuará aun unos años ante el escepticismo de ciertos elementos que considerarán erróneo el argumento de Klein.

Sin duda, la aportación más importante de Klein a la geometría es su famoso *Programa de Erlangen*, donde da una nueva definición de ella. Con motivo de su ingreso como profesor en la Facultad de Filosofía y al Senado de la Universidad de Erlangen, Klein escribió una memoria en 1872, que no llegó a leer en público, con el

título *Consideraciones comparativas sobre las investigaciones geométricas modernas*, donde “describe la geometría como el estudio de aquellas propiedades de las figuras que permanecen invariantes con respecto a un grupo específico de transformaciones” (Collette 1985, p.491, vol. II). Esta obra puede considerarse, junto a la Conferencia de Riemann y a los Elementos de Euclides, como los puntos esenciales del estudio de la geometría.

La idea de la memoria es bastante sencilla, ya que en ella se trata de dar una definición formal de lo que es una geometría, más allá de la idea más o menos intuitiva que tenemos de ella; se intenta definir un concepto unificador de geometría. Para Kline (1992, p. 1210, vol. III), “la idea básica de Klein es que cada geometría puede ser caracterizada por un grupo de transformaciones y que una geometría trata realmente de los invariantes por ese grupo de transformaciones”. Más adelante añade que “con esta definición, todos los teoremas de una geometría correspondientes a un grupo dado continúan siendo teoremas en la geometría del subgrupo”.

Ante la aparición de las nuevas geometrías no euclidianas, parece lógico preguntarse qué es la geometría, máxime cuando la propia idea de la geometría euclidiana se había visto modificada desde la irrupción de los métodos algebraicos y analíticos. Empieza a no estar tan claro que la geometría sea el estudio de puntos, líneas rectas o curvas y superficies, puesto que el propio análisis matemático, sobre todo en el estudio de ecuaciones diferenciales, parece que también estudia tales objetos. Por otra parte, los métodos analíticos y algebraicos también son aplicables a las geometrías no euclidianas.

Klein da respuesta a la pregunta ¿qué es la geometría?, introduciendo en la geometría un nuevo concepto de carácter algebraico, el concepto de grupo. Un grupo es un conjunto G en el que hay definida una operación, es decir, una aplicación que a cada par de elementos del conjunto le asigna otro elemento del conjunto, que será el resultado de operar dichos dos elementos.

Para que un conjunto en el que haya una operación sea un grupo deben de cumplirse ciertas condiciones, que son que la operación debe ser asociativa, debe existir un elemento neutro y cada elemento ha de tener un elemento simétrico. El concepto de grupo no es invención de Klein, pero es él el que descubre que cada geometría es el estudio de ciertas propiedades que no cambian cuando se le aplican un tipo de transformaciones. A esas propiedades, por no cambiar, las denomina invariantes.

5.10.6. Otras aportaciones de matemáticos de los siglos XIX y XX

Como ya se ha comentado, Gauss fue el primero en construir una geometría, es decir, un modelo del espacio, en el que no se cumplía el V postulado de Euclides, pero no publicó su descubrimiento. Fueron Bolyai y Lobatchevsky quienes, de manera independiente y simultáneamente, publicaron cada uno una geometría distinta en la que no se verifica tampoco el V postulado.

Ambos autores partieron de un objeto geométrico y establecieron sobre él unos postulados que eran idénticos a los de Euclides en *Los Elementos*, excepto el quinto. Pretendieron originalmente razonar por reducción al absurdo de la siguiente forma: si el V postulado depende de los otros cuatro, cuando lo sustituya por aquél que dice exactamente lo contrario, he de llegar a alguna contradicción lógica. Lo sorprendente es que no se llega a contradicción ninguna, lo cual quiere decir que el V postulado es independiente de los otros cuatro, es decir, no puede deducirse de los otros cuatro por lo que no es un teorema y Euclides hizo bien en considerarlo como un postulado, y que existen modelos del espacio en los que en contra de toda intuición, por un punto que no esté en una cierta recta no pasa una única recta paralela a la dada. Como es de imaginar, esto supuso una fuerte crisis en la matemática del siglo XIX, que vino a sumarse a otras controversias.

Fueron varios jóvenes matemáticos del siglo XIX los que consiguieron solucionar los tres viejos problemas de la antigüedad, entre ellos destacan Abel, Galois, Wantzel y Lindermann.

Niels Henrik Abel, noruego, “se ocupó de las series y de teoría de funciones. Con Jacobi forma la pareja de creadores de las funciones elípticas, obtenidas como funciones inversas de las integrales elípticas” (Rey Pastor 1985, p. 157, vol. II). Abel junto al francés Evaristo Galois consiguieron demostrar que las ecuaciones de tercer grado no se pueden en general resolver por extracción de raíces cuadradas, y Wantzel, joven de 23 años, señala que las construcciones con regla y compás conducen a cantidades expresables por raíces cuadradas, pero no cúbicas, quintas, séptimas, etc. Por tanto, los problemas de trisección del ángulo o duplicación del cubo equivalen a ecuaciones de tercer grado o cúbicas, por lo que no se pueden resolver con regla y compás (Sestier 1989).

En 1882, Lindemann, basándose en los trabajos de Charles Hermite “que se ocupó de funciones elípticas, de álgebra, de teoría de números y, en general, de análisis” (Rey

Pastor, 1985, p. 161, vol.II), demuestra que el número π es trascendente, es decir, no se puede expresar por medio de ninguna clase de raíz no ya cuadrada, sino cúbica, quinta, etc., ya que son números que se salen del ámbito del álgebra y por eso se llaman no algebraicos o trascendentes (Sestier, 1989). Esto implica que no es un número que pueda construirse con regla y compás, y demuestra que no es posible construir con sólo estos instrumentos un cuadrado de área igual a la de un círculo dado, con lo que resuelve el problema de la cuadratura del círculo.

Galois muere a los 21 años de edad dejando un "testamento" lleno de ideas apresuradamente escritas. Entre ellas se encuentran las bases de la Teoría de Grupos y de la Teoría de Galois. La Teoría de Galois demuestra que todo lo construible con regla y compás tiene una traducción a polinomios, también que trisecar un ángulo o duplicar un cubo necesita de polinomios, y por lo tanto es imposible con la sola ayuda de la regla y el compás trisecar un ángulo cualquiera o duplicar un cubo.

El desarrollo de las geometrías en la investigación ha seguido siendo una constante vital de la matemática del siglo XX, habiendo sido de gran importancia el empuje dado por Hilbert (1.862-1.943) con el que se consiguió un gran esplendor en la investigación, que ha contrastado con un fluctuante cambio en la enseñanza elemental de la geometría. Rey Pastor (1985, p. 164, vol. II) señala que “ha impreso su sello y dejado su huella en todas las cuestiones vitales de las matemáticas”, siendo famoso su discurso en el Congreso de París de 1.900, en el que enumeró 23 problemas matemáticos que esperaban solución y de los que ha surgido en gran medida la matemática del siglo XX. Entre ellos, destacan por su relación con la geometría “la igualdad de volumen de dos tetraedros de igual base y altura”, “el problema de la línea recta como la mínima distancia entre dos puntos” o “problema de la topología de curvas y superficies algebraicas”, entre otros (Rey Pastor, 1985, p. 167, vol. II)

Destacamos también como otro de los autores importantes del siglo XX por su relación con la geometría a Moritz Pasch (1.843-1.930). Kline (1992, p. 1328, vol. III) señala “que fue el primero en hacer contribuciones notables a los fundamentos de geometría”. Pasch observó que las nociones comunes de Euclides, como el punto o la recta, no estaban bien definidas, señalando que “algunos conceptos deben quedar sin definición” y, más adelante, que “una vez que se seleccionan ciertos conceptos indefinidos, los demás deben definirse en términos de éstos” Kline (1992, p. 1329, vol. III). Así en geometría se pueden elegir como términos indefinidos los de punto, recta, plano o la congruencia de segmentos de recta, ya que la elección no es única. Como hay términos sin definición, hay que

plantearse qué propiedades de esos conceptos deben usarse para realizar demostraciones con ellos, de modo que sea posible realizar todas las demostraciones sin hacer referencias a la experiencia o al significado físico de los conceptos.

Otro autor de este siglo que también “recalcaba que los elementos básicos no deben definirse” (Kline, 1992, p. 1331, vol. III) es el italiano Giuseppe Peano (1.858-1.932). Construyó “un enfoque más satisfactorio de la geometría proyectiva” (Kline, 1992, p. 1330, vol. III), y planteaba que debía haber tan pocos conceptos indefinidos como fuese posible, que para él eran el punto, el segmento y el movimiento. Sus discípulos continuaron trabajando en el sistema de axiomas para la geometría, aunque es Hilbert, que no conocía el trabajo de los italianos, el “que se mantiene más próximo a Euclides y ha conseguido mayor aceptación”. Con sus cinco axiomas, de *conexión o incidencia*, de *separación*, de *congruencia*, de *las paralelas* y de *continuidad*, “Hilbert demostró algunos de los teoremas básicos de la geometría euclídea” (Kline, 1992, p. 1328, vol. III).

LA INVESTIGACIÓN APLICADA

6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

6.1. Introducción

Tradicionalmente, el estudio de las formas y las relaciones geométricas se ha abordado desde el punto de vista de la conceptualización adulta. Su enseñanza, como parte de las matemáticas, ha seguido la misma línea, transmitiéndose en el aula a los alumnos como si fuese un aspecto cultural de tipo abstracto, sin saber que son producciones que de forma espontánea realizan los niños y que pueden ser estudiadas dentro de una comprensión más amplia, integradas en lo que hemos llegado a denominar, siguiendo a distintos autores, como pensamiento visual.

De este modo, entre los 4 y 5 años, los pequeños se encuentran en la “etapa del geometrismo” (Lurçat, 1980), que en un primer momento es espontáneo y que nace de la organización perceptivo-motriz de la actividad gráfica y que, más tarde, será un geometrismo surgido por combinación perceptiva e intelectual de las formas. Por tanto, para comprender una de las bases del pensamiento visual, consideramos que sería importante partir de los grafismos -garabatos y dibujos- que de modo natural realizan los escolares de Educación Infantil, al igual que entendíamos que estas representaciones eran la base de su pensamiento y lenguaje gráfico-visual, ambos aspectos destacados e innovadores que tendremos en cuenta en la investigación que vamos a desarrollar.

Por otro lado y siguiendo a diversos autores (Arnheim, 1998; Eisner, 2004; Kellogg, 1979; Luquet, 1978; Lurçat, 1980; Racionero, 2011; Sáinz, 2011), tendremos la oportunidad en esta investigación de que los escolares realicen garabatos libres, que, aparte de ayudar a la coordinación motriz óculo-manual, favorece el surgimiento de las primeras formas geométricas, como son el círculo, cuadrado y triángulo en los garabatos y que comienzan a crear espontáneamente.

Debemos considerar que estos grafismos nacen dentro de la expresión plástica, con las cualidades de espontaneidad, libertad y proyección emocional, lo que da lugar a que pueda considerarse un lenguaje gráfico, directamente relacionado con el incipiente pensamiento visual infantil. De este modo, hemos de tener en cuenta que los sujetos de nuestra investigación son escolares de tres, cuatro y cinco años, que van a emplear en sus producciones gráficas, inicialmente, garabatos y, más tarde, dibujos, por lo que creímos conveniente acudir a una metodología de síntesis, en la que se utilicen las

metodologías de investigación cuantitativa y cualitativa, integradas en los recientes enfoques que nos proponen Banks (2010) y Flick (2004) para el estudio de las imágenes mentales a través de los datos de tipo visual.

Por otro lado, el trabajo se desarrolló a lo largo de dos cursos consecutivos, un tiempo suficientemente largo como para poder observar con cierto rigor las transformaciones que se producirían a lo largo del proceso.

A partir de estos presupuestos, y desde una posición integradora, consideramos las siguientes perspectivas metodológicas:

- Cualitativa: partiendo de los postulados de la Gestalt, y defendidos por Arnheim (1998) y Kellogg (1979) para los dibujos infantiles, debe entenderse la producción gráfica escolar como un todo que hay que analizar en su conjunto, interpretando sus ideas a través del diálogo, así como las acciones y grafismos por medio de sus manifestaciones gráficas. También es primordial tener en consideración los aspectos evolutivos, para una comprensión del pensamiento visual mediante un desarrollo gráfico que es connatural a la evolución cronológica del niño.
- Cuantitativa: al estudiar los grafismos más frecuentes que son el origen de las formas y las relaciones geométricas básicas en los trabajos de los niños en función de las edades estudiadas durante los dos años de investigación.

También conviene señalar que, en mi papel de investigadora, la participación se llevó a cabo dentro de la dinámica de unas clases en las que ya existen unos ritmos de trabajo, por lo que hubo que planificar una serie de pruebas diversas en las que se incluyera el carácter lúdico y que permitiesen desarrollar los diferentes objetivos planteados en la investigación. Esto supuso interacciones constantes con los pequeños, dando lugar a la elaboración de un diario en el que anotaba todas las situaciones, las frases, los comentarios, incluso las anécdotas, que me ayudaron a conocer mejor los significados de sus producciones para poder articular algunas reflexiones acerca del pensamiento visual de los niños, ya que el modo de acercarme a su configuración se tendría que dar por medio de sus producciones gráficas y de sus comentarios acerca de ellas.

6.2. Objetivos

Teniendo en consideración que la investigación llevada a cabo está centrada en los escolares de tres, cuatro y cinco años, correspondiente al tramo educativo de Educación

Infantil, entendemos que los objetivos tienen que adaptarse a las características psicológicas y posibilidades motrices de los sujetos investigados.

De este modo, como *objetivo general* se pretende:

“Conocer el origen y el desarrollo de las formas y relaciones geométricas elementales que constituyen la base del lenguaje gráfico del niño, que, de modo no consciente, surge dentro de sus garabatos y de sus primeros dibujos, como fundamento para el aprendizaje consciente de la geometría, y como parte del pensamiento visual infantil”.

Una vez descrito el objetivo general de la investigación, se abordarán *objetivos parciales* que den sentido y justifiquen con rigor al primero. De este modo, y teniendo en consideración el amplio número de pruebas empleadas a lo largo de dos cursos consecutivos, se pretende:

1. Conocer el origen de las formas geométricas elementales, como son, el círculo, el triángulo, el cuadrado, la cruz, el aspa, etc. dentro de los garabatos infantiles, así como las combinaciones realizadas de modo espontáneo por el niño.

2. Estudiar el círculo como la forma geométrica básica que, naciendo dentro de dibujo infantil, se configura como un elemento indispensable en la geometría adulta y el pensamiento visual.

3. Analizar la formación y el desarrollo de las formas geométricas derivadas de las básicas, como son el rectángulo, el rombo y el trapecio, y su relación con aquellas.

4. Investigar los procesos motrices conducentes a las relaciones geométricas elementales -dirección, sentido, horizontalidad, verticalidad, simetría, paralelismo, oblicuidad...- y a las relaciones topológicas -arriba-abajo, delante-detrás, derecha-izquierda- en las representaciones bidimensionales.

5. Analizar la génesis y la evolución de la adición infantil como mecanismo necesario para la representación de las formas volumétricas o tridimensionales en una superficie bidimensional

6. Estudiar la representación bidimensional de objetos reales a partir de las formas geométricas elementales dibujadas por el niño.

Para alcanzar estos objetivos, sea el general o los parciales, se emplean instrumentos cualitativos, caso del diario de clase, como cuantitativos. Estos últimos se plantean como pruebas, que los niños, sujetos de la investigación, interpretaban como ejercicios de clase.

6.3. Centros

La investigación se realiza en los tres cursos de Educación Infantil, de dos centros de Educación Infantil y Primaria de contextos socioculturales diferentes, ambos en Córdoba capital, siendo el C. P. Torre Malmuerta y el C. P. Fernán Pérez de Oliva.

El primero de los centros, C. P. Torre Malmuerta, se encuentra en el centro de la ciudad, muy cerca de la plaza de Colón, recibiendo su nombre de una torre árabe que hay en una de las esquinas de la plaza, la más cercana al colegio. Está situado entre las calles Haza y de la Feria, en un entorno bastante abierto, cerca de centros deportivos y de ocio, y próximo al Paseo de Córdoba construido sobre las antiguas vías del ferrocarril que atravesaban la ciudad de este a oeste, y que hace unos años fueron soterradas. Este espacio se ha convertido en el verdadero pulmón de la ciudad y en espacio peatonal para toda la ciudadanía, especialmente para los vecinos de la zona.

En cuanto al edificio, cabe señalar que es relativamente reciente, con tres plantas repartidas de la siguiente forma: en la planta baja se ubican los espacios comunes, administrativos y las aulas de Educación Infantil, y, en las otras dos, las distintas clases de Educación Primaria.

El entorno socioeconómico de la población que rodea al colegio, y por tanto de la mayoría de los alumnos que acuden a él, es medio o medio-alto, formado principalmente por funcionarios y profesionales. La relación con los padres y madres, así como la participación e implicación es muy positiva, especialmente en los niveles de la investigación.

El segundo de ellos se encuentra ubicado en la zona sur-este de la ciudad, en la calle Arquitecto Sáenz de Santamaría, situada en la barriada de la Fuensanta, próximo a la de Santuario y muy cerca de la parroquia de la Fuensanta. Desde el punto de vista urbanístico, forma parte de una zona de expansión de la ciudad que llegó a su límite por la autovía Madrid-Córdoba, lo que impidió que esta barriada siguiera creciendo.

El edificio, con una cierta antigüedad, tiene tres plantas: en la baja, se encuentran los espacios comunes, los administrativos y las aulas de Educación Infantil, para evitar que los alumnos más pequeños tengan que subir y bajar escaleras, con el riesgo que esto puede entrañar. En la primera y segunda plantas están ubicadas las aulas de Educación Primaria.

Con respecto al entorno socioeconómico, esta zona está formada por familias trabajadoras de clase media y media-baja en las que tanto el padre como la madre tienen

una buena participación en las actividades del centro, especialmente en los cursos correspondientes a Educación Infantil.

6.4. Sujetos

Los sujetos de la investigación son escolares de los dos centros de Córdoba capital ya citados, con niveles socioculturales diferenciados. Los alumnos tienen unas edades correspondientes al tramo de Educación Infantil, por tanto de 3, 4 y 5 años, por lo que desde el punto de vista gráfico-evolutivo se encuentran en las etapas del garabateo y del comienzo de la figuración.

Con la edad de tres años, y desde un punto de vista del desarrollo gráfico, la mayoría está realizando garabatos, aunque podemos observar que cuando se acercan a los cuatro años, un gran número de ellos comienzan a esbozar sus primeras representaciones figurativas.

A los cuatro años se expresan con mayor facilidad a través del dibujo, diferenciando con claridad los distintos trazos y con un control cada vez más ajustado en sus producciones, aspecto que es claramente apreciable con cinco años, cuando se consolida el dibujo como lenguaje gráfico basado en los grafismos surgidos en la etapa del garabateo.

Cuando se llevó a cabo la investigación, el número de alumnos por clase oscilaba entre 23 y 26, aunque, a la hora de realizar las pruebas, en muy raras ocasiones estaban todos ellos en el aula, ya que lo normal es que algunos faltasen por encontrarse enfermos u otros motivos. Las cifras exactas de alumnos que realizaron cada prueba se puede comprobar en el apartado dedicado a *los cuadros de las pruebas*.

6.5. Temporalización

El tiempo de realización de las pruebas en ambos colegios fue de dos años, de modo que cada semana asistía una vez a cada una de las aulas, aunque, en ocasiones, acudí a los centros con mayor o menor frecuencia en función de las necesidades del trabajo o de las profesoras de las mismas.

El primero de estos cursos corresponde a 2000-2001. A lo largo del mismo, realicé las pruebas en las clases de 3 y de 5 años en el colegio Torre Malmuerta, y en la clase de 4 años en el de Fernán Pérez de Oliva.

Comencé a acudir a los centros en el mes de octubre, terminando en el mes de marzo de 2001, antes de finalizar en curso lectivo, ya que en mayo nació mi primer hijo. Como he señalado, acudía semanalmente visitando alternativamente cada uno de los centros, aunque con una cierta flexibilidad.

El segundo de los cursos corresponde a 2001-2002. La aplicación de las pruebas las llevé a cabo en las edades de 3 y 4 años en el colegio Torre Malmuerta, y las de 5 años en el colegio Fernán Pérez de Oliva, iniciándolas en el mes de noviembre, para finalizarlas en el mes de mayo del 2002.

Como he indicado, a los centros asistía cada semana de forma alternativa, es decir, una semana iba al colegio Torre Malmuerta y la semana siguiente acudía al Fernán Pérez de Oliva. De modo similar al curso anterior, se siguió manteniendo una cierta flexibilidad, por lo que en algunos meses acudía con mayor o menor frecuencia a los centros, en función de diversas razones personales o porque las propias de las profesoras que colaboraron con nosotros así nos lo pedían.

Se organizaron de esta forma las visitas en ambos centros debido a que contaba con la colaboración de dos profesoras en el primero de los centros citados, ya que impartían sus clases en los tres cursos de Educación Infantil, y con otra profesora en el segundo centro, cuya docencia la desarrollaba con los niños y niñas de cuatro y cinco años.

6.6. Dinámica del aula

Llevar a cabo una investigación con escolares de las edades indicadas supone tener en cuenta las características propias de estas fases del desarrollo infantil, así como del hecho de que para muchos de los pequeños de 3 años, con los que realicé las distintas pruebas, era la primera vez que asistían a un centro educativo y que estaban fuera de sus casas, con personas ajenas a su familia, por lo que era necesario guardar una cierta disciplina, diferente a la que mantenían en sus casas con sus padres.

Para los niños de estas edades, la capacidad de concentración es muy corta, y aunque a los 4 y 5 años aumenta poco a poco, es necesaria una continua motivación y atención a sus demandas con relativa rapidez, especialmente con los más pequeños. Por tanto, decidí, junto con sus profesoras, que sería importante comenzar cada una de las sesiones con alguna actividad que les animara y les hiciera participar más intensamente de la prueba que posteriormente se les plantearía. Así, entre otras actividades, se les contaron cuentos y relatos relacionados con la temática a tratar, se hicieron pequeñas actividades de psicomotricidad vinculadas de alguna manera con el trabajo a realizar. Además, con

los mayores, se planteaban diversas preguntas y pequeñas charlas en grupo cuyo fin era despertar su curiosidad e interés.

Durante el desarrollo de las distintas sesiones, cada una de las profesoras se encontraba en el aula colaborando conmigo para que mantuvieran la tranquilidad necesaria, participando de las charlas motivadoras o permaneciendo con el grupo clase en las distintas pruebas en las que era necesario trabajar individualmente o en pequeños grupos.

Las pruebas se realizaban por la mañana, durante las primeras horas, siempre antes de que saliesen al recreo. Los niños comenzaban y terminan durante la misma sesión y en el mismo día, ya que consideré importante estar presente mientras efectuaban las pruebas para, de esta manera, poder tomar las anotaciones necesarias acerca de lo acontecido en el aula. Conviene indicar que, debido a la edad de los sujetos que participaban en la investigación, se habían diseñado unas pruebas cuya realización tuviera una duración acorde a sus años.

Cuando iban terminando las actividades planteadas cada día, me las entregaban y, en bastantes ocasiones, me comentaban distintos aspectos de sus trabajos: lo que habían dibujado, si les resultaba difícil o no realizarlas, lo que más les había gustado, etc. Estos comentarios los anotaba con lápiz en las mismas hojas de pruebas o en un folio diferente. Por la tarde, ya en casa, transcribía todos estos datos a mi diario de investigación, puesto que eran de gran importancia para entender con mayor detalle los distintos sucesos ocurridos durante la sesión.

6.7. Pruebas

Las distintas pruebas de la investigación consistieron en la realización de creaciones gráficas sobre distintas temáticas, que variaban dependiendo del estadio evolutivo de los niños. Se agruparon en los tres bloques de objetivos señalados anteriormente: a) sin modelo previo, b) con modelos bidimensionales y c) modelos tridimensionales. Conviene señalar que cada uno de los objetivos parciales descritos puede ser estudiado en más de una prueba.

Como acabo de indicar, la edad, y por tanto el desarrollo gráfico de los pequeños, es decisivo a la hora de diseñar y llevar a cabo las distintas actividades, de modo que aquellas relacionadas con aspectos como las formas geométricas básicas que surgen en el proceso de garabateo se hicieron preferentemente a la edad de 3 años, mientras que las que se relacionan con el dibujo como expresión del lenguaje gráfico infantil se

comenzaron a hacer con 4 o 5 años. Hay pruebas que se llevaron a cabo en las tres edades correspondientes al estudio para conocer la evolución del lenguaje gráfico y el lenguaje visual, así como el momento preciso en el que adquirirían ciertas competencias gráficas.

Como señalé anteriormente, las maestras de cada una de las clases permanecieron en ellas debido a las características de los sujetos investigados. En ocasiones, se realizaron algunas pruebas en las que fue preciso un seguimiento más individualizado, por lo que se hicieron fuera del aula en grupos muy reducidos. Debido a sus edades, a lo largo de la aplicación mantuve una relación muy cercana con ellos y con las propias profesoras.

En total se aplicaron 21 pruebas diferentes para conseguir los objetivos descritos, agrupadas en tres grandes bloques:

a) *Dibujo sin modelo previo.*

b) *Modelos bidimensionales*, en los que se incluyen tres grupos:

b.1. bidimensionales no figurativos.

b.2. bidimensionales figurativos.

b.3. bidimensionales no figurativos-figurativos.

c) *Modelos tridimensionales.*

Una vez acabadas todas las pruebas propuestas, se recogieron 1.256 láminas, un número que consideramos adecuado para analizar los objetivos propuestos en nuestra investigación. Hemos de tener en cuenta que al ser los sujetos alumnos de Educación Infantil y que la investigación era llevada por una investigadora externa al centro en el que se encontraban, se hacía necesario un número suficiente de ellas para que las conclusiones tuvieran consistencia.

Por otro lado, se intentó, tal como se ha indicado anteriormente, que fuesen variadas para que los pequeños no tuviesen la sensación de que “ya hemos realizado esta lámina”, con el consiguiente aburrimiento que ello les provocaría, lo que se podría convertir en un obstáculo para la investigación y desvirtuar las conclusiones obtenidas.

En el siguiente cuadro de pruebas queda pormenorizado cuáles son y en qué edades y centros educativos se llevaron a cabo. En un capítulo posterior, realizaremos una descripción detallada de cada una de ellas, así como de los objetivos planteados y de su desarrollo en el aula.

CUADRO DE PRUEBAS							
PRUEBAS		PRIMERO 3 AÑOS		SEGUNDO 4 AÑOS		TERCERO 5 AÑOS	
		1º	2º	1º	2º	1º	2º
SIN MODELOS PREVIOS							
1	Tema libre	•	•				
2	Regalo de los Reyes	•	•				
3	La casa	•	•	•	•	•	
4	La casa con árboles			•			
5	La casa y objetos					•	
6	El colegio			•		•	
7	La familia	•		•			
8	Árboles en una montaña						•
9	El tren			•		•	
MODELOS BIDIMENSIONALES							
NO FIGURATIVOS							
10	Continuidad de líneas	•	•				
11	Reproducción de formas			•		•	
12	Círculos		•		•		•
13	Cuadrado y punto-líneas-cuadrado	•					
14	Punto dentro de cuadrado-círculo				•		•
15	Forma especular			•		¿	¿
FIGURATIVOS							
16	Chimenea y humo				•		•
17	La caja	•		•	•	•	•
18	La mariposa		•	•	•	•	•
19	La antena			•		•	
NO FIGURATIVOS-FIGURATIVOS							
20	Relación forma-figura			•	•	•	•
MODELOS TRIDIMENSIONALES							
21	Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide		•		•		•

6.8. Instrumentos

Las pruebas se les presentaron a los sujetos de la investigación en láminas blancas y en formato A-4. En algunos casos, se les proporcionó la lámina en blanco y, en otros, aparecían fotocopiados los distintos grafismos que servían como modelos para que los reprodujeran o continuasen la pauta que se les planteaba. También se incluyeron cuatro figuras tridimensionales: un cubo, una esfera, una pirámide y un cilindro, que se les mostraron a los pequeños para que los representaran en las láminas.

Por otro lado, el material para llevar a cabo los distintos dibujos consistió en lápices de grafito, lápices de colores y rotuladores.

6.9. Enfoques de la investigación

Para agrupar las pruebas y realizar el análisis necesario con el fin de poder interpretar las respuestas gráficas de los pequeños de 3, 4 y 5 años, he optado por una metodología mixta, en la que, por un lado, se plantean un conjunto de las mismas con criterios de corte cuantitativo, y, por otro, se adopta un enfoque eminentemente cualitativo.

De este modo, conseguimos conocer tanto las tendencias que se producen en el proceso evolutivo de los garabatos hacia el dibujo y la utilización de las figuras geométricas en el proceso de creación de un lenguaje gráfico-visual como realizar una clara interpretación por parte del investigador. Ambas metodologías las considero necesarias debido a la variabilidad y a los cambios de las respuestas dadas por los sujetos en estas edades para poder enfocar con cierto rigor el análisis de las mismas y llegar a unas conclusiones con cierta consistencia.

También he creído conveniente describir el proceso llevado a cabo en cada una de las pruebas. Para ello me ayudé tanto del diario de clase que realicé durante los dos años en los que asistí a los centros escolares, como de los distintos dibujos que he seleccionado de entre todos los que realizaron, y en los que podremos analizar las distintas respuestas que dan a las propuestas que les fueron planteadas.

Con respecto al diario de clase, lo he estructurado y sintetizado al máximo posible, indicando aquellos acontecimientos más destacados y que pueden ayudar a comprender aspectos que no se recogen dentro de las pruebas que se planificaron para la investigación. Las anotaciones y reflexiones señaladas en el mismo tienen, lógicamente, una dimensión de corte cualitativo que sirven para, a partir de los resultados extraídos y

siguiendo una triangulación de metodologías, obtener unas conclusiones que respondan a los objetivos marcados.

Como he manifestado, durante los dos años se llevaron a cabo las 21 pruebas programadas, algunas con un enfoque eminentemente cualitativo, otras con enfoques de tipo cuantitativo-cualitativo. Para poder efectuar el análisis desde estos dos enfoques, se seleccionaron algunas láminas de todas las pruebas, ya que existen aspectos que son necesarios describir para comprender en profundidad sus significados. Además, el número de pruebas elegidas es relativamente elevado para poder alcanzar con rigor conclusiones que estén suficientemente fundamentadas tanto cualitativa como cuantitativamente.

6.9.1. *Enfoque cualitativo*

Incluyo en este apartado todas aquellas pruebas que están relacionadas con el dibujo libre y cuyo análisis es principalmente interpretativo, ya que, aunque la agrupación numérica sería posible, la libertad creativa es tal que hace difícil realizarla. Además, se seleccionan aquellas en las que el dato numérico no es lo más importante, sino que lo que interesa prioritariamente es el significado que adquieren determinados grafismos dentro del dibujo, intentando dar coherencia y utilidad instrumental.

Como puede verse, se utilizan pruebas de distinta índole que permitan contrastar y compensar las limitaciones que presentan en cada una de ellas, con especial preocupación por el contexto en el que se desarrollan, la clase, y con una atención selectiva que permita recoger con precisión los distintos aspectos que puedan pasar desapercibidos al espectador cotidiano. Todo esto quedará reflejado en el diario de clase que he realizado a lo largo de los dos años de pruebas.

El bloque *sin modelo previo*, diseñado con un criterio de tipo cualitativo, contiene las siguientes pruebas:

1. Tema libre.
2. Regalo de los Reyes
3. La casa
4. La casa con árboles
5. La casa y objetos
6. El colegio
7. La familia.

6.9.2. *Enfoque cuantitativo*

Dentro de esta metodología, se elaboraron varios bloques de pruebas para conocer los rasgos más característicos en los inicios de los dibujos de los pequeños, los más significativos en los primeros trazados de las figuras geométricas y en aspectos relacionados, entre los que se incluyen el uso del espacio topológico, la simetría, la perpendicularidad, el paralelismo o la representación de la tridimensionalidad. Con todos ellos, elaborarán un lenguaje gráfico-visual propio. Una vez conocidos, se vio la necesidad de concreción porcentual o estadística para un mejor análisis de ellos.

Los bloques y pruebas diseñados con un enfoque principalmente de tipo cuantitativo serían los siguientes:

BLOQUE SIN MODELO PREVIO

8. Árboles en una montaña

9. El tren

BLOQUE CON MODELOS BIDIMENSIONALES

A. *No figurativos*

10. Continuidad de líneas

11. Reproducción de formas

12. Círculos

13. Cuadrado y punto-línea- cuadrado

14. Punto dentro de cuadrado-círculo

15. Forma especular

B. *Figurativos*

16. Chimenea y humo

17. La caja

18. La mariposa

19. La antena

C. *No figurativos-figurativos*

20. Relación forma-figura

BLOQUE CON MODELOS TRIDIMENSIONALES

21. Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide

7. CLASIFICACIÓN DE LAS PRUEBAS

7.1. Introducción

Las diferentes pruebas de la investigación se presentan agrupadas en tres bloques, siguiendo un criterio evolutivo gráfico infantil. En el capítulo anterior, se han señalado cuáles tienen un enfoque o carácter más de tipo cualitativo o cuantitativo.

Para un mejor análisis y comprensión, he elaborado cuadros en los que se indican los datos correspondientes a los colegios Torre Malmuerta y Fernán Pérez de Oliva, indicando las pruebas que se realizaron el primer y segundo año, y los resultados numéricos por edades, cursos y totales.

La agrupación final de las pruebas por bloques es la siguiente:

A. SIN MODELO PREVIO. 1. Tema libre. 2. Regalo de los Reyes. 3. La casa. 4.

La casa con árboles. 5. La casa y objetos. 6. El colegio. 7. La familia. 8. Árboles en una montaña. 9. El tren

B. CON MODELOS BIDIMENSIONALES

B.1. *No figurativos*

10. Continuidad de líneas

11. Reproducción de formas

12. Círculos

13. Cuadrado y punto-línea- cuadrado

14. Punto dentro de cuadrado-círculo

15. Forma especular

B.2. *Figurativos*

16. Chimenea y humo

17. La caja

18. La mariposa

19. La antena

B.3. *No figurativos-figurativos*

20. Relación forma-figura

C. CON MODELOS TRIDIMENSIONALES

21. Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide

CUADRO DE PRUEBAS							
C.P. TORRE MALMUERTA NÚMERO DE LÁMINAS		PRIMERO 3 AÑOS		SEGUNDO 4 AÑOS		TERCERO 5 AÑOS	
		1º	2º	1º	2º	1º	2º
SIN MODELOS PREVIOS							
1	Tema libre	23	19				
2	Regalo de los Reyes	21	22				
3	La casa	20	16		22	21	
4	La casa con árboles						
5	La casa y objetos					23	
6	El colegio					24	
7	La familia	23					
8	Árboles en una montaña						
9	El tren					24	
MODELOS BIDIMENSIONALES							
NO FIGURATIVOS							
10	Continuidad de líneas	24	17				
11	Reproducción de formas					22	
12	Círculos		54		63		
13	Cuadrado y punto-líneas-cuadrado	22					
14	Punto dentro de cuadrado-círculo				42		
15	Forma especular						
FIGURATIVOS							
16	Chimenea y humo				21		
17	La caja	23			22	24	
18	La mariposa		21		14	24	
19	La antena			14		24	
NO FIGURATIVOS-FIGURATIVOS							
20	Relación forma-figura				19	24	
MODELOS TRIDIMENSIONALES							
21	Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide		22		23		

CUADRO DE PRUEBAS							
C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA NÚMERO DE LÁMINAS		PRIMERO 3 AÑOS		SEGUNDO 4 AÑOS		TERCERO 5 AÑOS	
		1º	2º	1º	2º	1º	2º
SIN MODELOS PREVIOS							
1	Tema libre						
2	Regalo de los Reyes						
3	La casa			23			
4	La casa con árboles			21			
5	La casa y objetos						
6	El colegio			22			
7	La familia			19			
8	Árboles en una montaña						17
9	El tren			23			
MODELOS BIDIMENSIONALES							
NO FIGURATIVOS							
10	Continuidad de líneas						
11	Reproducción de formas			23			
12	Círculos						69
13	Cuadrado y punto-líneas-cuadrado						
14	Punto dentro de cuadrado-círculo						40
15	Forma especular			40			
FIGURATIVOS							
16	Chimenea y humo						23
17	La caja			22			23
18	La mariposa			21			21
19	La antena			21			
NO FIGURATIVOS-FIGURATIVOS							
20	Relación forma-figura			22			20
MODELOS TRIDIMENSIONALES							
21	Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide						22

CUADRO DE PRUEBAS							
TOTAL DE LÁMINAS POR CURSOS Y AÑOS DE INVESTIGACIÓN		PRIMERO		SEGUNDO		TERCERO	
		3 AÑOS		4 AÑOS		5 AÑOS	
		1°	2°	1°	2°	1°	2°
SIN MODELOS PREVIOS							
1	Tema libre	23	19				
2	Regalo de los Reyes	21	22				
3	La casa	20	16	23	22	21	
4	La casa con árboles			21			
5	La casa y objetos					23	
6	El colegio			22		24	
7	La familia	23		19			
8	Árboles en una montaña						17
9	El tren			23		24	
MODELOS BIDIMENSIONALES							
NO FIGURATIVOS							
10	Continuidad de líneas	24	17				
11	Reproducción de formas			23		22	
12	Círculos		54		63		69
13	Cuadrado y punto-líneas-cuadrado	22					
14	Punto dentro de cuadrado-círculo				42		40
15	Forma especular			40			38
FIGURATIVOS							
16	Chimenea y humo				21		23
17	La caja	23		22	21	24	23
18	La mariposa		21	21	22	24	21
19	La antena			21	14	24	
NO FIGURATIVOS-FIGURATIVOS							
20	Relación forma-figura			22	19	24	20
MODELOS TRIDIMENSIONALES							
21	Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide		22		23		22

CUADRO DE PRUEBAS				
LÁMINAS POR CURSOS Y TOTAL		PRIMERO 3 AÑOS	SEGUNDO 4 AÑOS	TERCERO 5 AÑOS
SIN MODELOS PREVIOS				
1	Tema libre	42		
2	Regalo de los Reyes	43		
3	La casa	36	45	21
4	La casa con árboles		21	
5	La casa y objetos			23
6	El colegio		22	24
7	La familia	23	19	
8	Árboles en una montaña			17
9	El tren		23	24
MODELOS BIDIMENSIONALES				
NO FIGURATIVOS				
10	Continuidad de líneas	41		
11	Reproducción de formas		23	22
12	Círculos	18	21	23
13	Cuadrado y punto-líneas-cuadrado	22		
14	Punto dentro de cuadrado-círculo		42	40
15	Forma especular		20	19
FIGURATIVOS				
16	Chimenea y humo		21	23
17	La caja	23	43	47
18	La mariposa	21	43	43
19	La antena		35	24
NO FIGURATIVOS-FIGURATIVOS				
20	Relación forma-figura		41	44
MODELOS TRIDIMENSIONALES				
21	Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide	22	23	22

CUADRO DE PRUEBAS							
C. P. TORRE MALMUERTA		PRIMERO		SEGUNDO		TERCERO	
		3 AÑOS		4 AÑOS		5 AÑOS	
NÚMERO DE PRUEBAS POR CURSO		1º	2º	1º	2º	1º	2º
SIN MODELOS PREVIOS							
1	Tema libre	1	1				
2	Regalo de los Reyes	1	1				
3	La casa	1	1		1	1	
4	La casa con árboles						
5	La casa y objetos					1	
6	El colegio					1	
7	La familia	1					
8	Árboles en una montaña						
9	El tren					1	
MODELOS BIDIMENSIONALES							
NO FIGURATIVOS							
10	Continuidad de líneas	1	1				
11	Reproducción de formas					1	
12	Círculos		1		1		
13	Cuadrado y punto-líneas-cuadrado	1					
14	Punto dentro de cuadrado-círculo				1		
15	Forma especular						
FIGURATIVOS							
16	Chimenea y humo				1		
17	La caja	1			1	1	
18	La mariposa		1		1	1	
19	La antena			1		1	
NO FIGURATIVOS-FIGURATIVOS							
20	Relación forma-figura				1	1	
MODELOS TRIDIMENSIONALES							
21	Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide		1		1		

CUADRO DE PRUEBAS							
C. P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA		PRIMERO		SEGUNDO		TERCERO	
		3 AÑOS		4 AÑOS		5 AÑOS	
NÚMERO DE PRUEBAS POR CURSO		1º	2º	1º	2º	1º	2º
SIN MODELOS PREVIOS							
1	Tema libre						
2	Regalo de los Reyes						
3	La casa			1			
4	La casa con árboles			1			
5	La casa y objetos						
6	El colegio			1			
7	La familia			1			
8	Árboles en una montaña						1
9	El tren			1			
MODELOS BIDIMENSIONALES							
NO FIGURATIVOS							
10	Continuidad de líneas						
11	Reproducción de formas			1			
12	Círculos						1
13	Cuadrado y punto-líneas-cuadrado						
14	Punto dentro de cuadrado-círculo						1?
15	Forma especular			1			1
FIGURATIVOS							
16	Chimenea y humo						1
17	La caja			1			1
18	La mariposa			1			1
19	La antena			1			
NO FIGURATIVOS-FIGURATIVOS							
20	Relación forma-figura			1			1
MODELOS TRIDIMENSIONALES							
21	Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide						1

8. PRESENTACIÓN DE LAS PRUEBAS

8.1. Introducción

A la hora de la planificación y realización en las aulas de las distintas pruebas, he tenido en cuenta una serie de factores o características propias de la investigación, como son la edad de los sujetos, la temática que les planteábamos, la temporalidad y mi labor como investigadora.

Hay que apuntar, en primer lugar, que iba a trabajar con niños pequeños de 3, 4 y 5 años, unas edades en las que muchos aún no habían adquirido las pautas y normas necesarias para la adquisición de conocimientos, ya que para un gran número de alumnos de 3 años era su primer año de escolarización. Por otro lado, les costaba expresarse y comunicarse con claridad, especialmente a los más pequeños. Se mostraban en ocasiones inseguros y, debido a ello, dudaban en el momento de responder por temor a equivocarse. A veces se aburrían cuando las pruebas se repetían o tenían una cierta semejanza y, en alguna ocasión, manifestaban que no las querían hacer porque no sabían cómo hacerlo.

Por estos motivos, se han desarrollado 21 pruebas con una total 1.256 láminas. Con este amplio número se abordan los distintos aspectos que deseaba investigar. En ocasiones, tal como se ha manifestado anteriormente, existe una mayor o menor relación entre ellas, en función de los distintos objetivos propuestos, con lo que se intenta que las distintas incertidumbres que puedan surgir de cada una de las pruebas queden cubiertas con las aportaciones de las demás.

En segundo lugar, vi la necesidad de abordar las pruebas, la relación entre ellas y su codificación, con una cierta flexibilidad, ya que al ser tantos y tan variados los garabatos y los grafismos que emplean los niños de estas edades, si decidía acotar con mucha precisión y acudir a pruebas muy cerradas corría el riesgo de obtener resultados con escaso valor cognitivo y pedagógico. Es tal la variabilidad motriz y la diversidad cromática, así como la ausencia de limitaciones y normas en las producciones graficas de estos alumnos, que consideraba necesarias tenerlas en cuenta siempre a lo largo de toda la investigación.

Como tercer aspecto a destacar se encuentra la temporalidad en la que se llevó a cabo la investigación. En total fueron dos cursos consecutivos, durante los cuales se

desarrollaron las pruebas en seis aulas de Educación Infantil: dos aulas de alumnos de 3 años, dos de 4 años y otras dos de 5 años. Habría que indicar que, debido a los aspectos comentados anteriormente, las pruebas fueron muy variadas, aunque en algunos casos consideré necesario repetir la misma prueba al constatar que era conveniente obtener más datos sobre ella. Por otro lado, algunas se llevaron a cabo en todas las edades, mientras que otras solo se hicieron en uno o dos de los cursos, pues intentábamos adecuarnos a las capacidades cognitivas y expresivas de los pequeños, según el nivel en el que estaban.

Finalmente, señalar mi labor como investigadora y mi participación en el aula, ya que durante dos cursos acudí a los centros educativos para llevar a cabo la parte práctica de mi trabajo. En todo momento tuve que ajustarme a una realidad y adaptarme a la dinámica de la clase, aceptando los imprevistos y amoldándome a los ritmos de las profesoras y alumnos, intentando, siempre que fuera posible, que hubiera la mayor idoneidad entre cada prueba y lo que se estaba trabajando en clase. Aquí tengo que indicar que todas las profesoras se mostraron siempre dispuestas a que pudiera desarrollar las pruebas lo mejor posible en sus aulas, y me tenían al tanto de las programaciones y de las actividades que iban realizando para conseguir la mejor adecuación posible.

8.2. Prueba 1: Tema libre

8.2.1. Presentación

Esta prueba únicamente se llevó a cabo en los dos cursos de 3 años. Durante las conversaciones previas que mantuve con las profesoras de estas clases, consideramos que, para “romper el hielo” y como primera toma de contacto con los alumnos, sería interesante plantearles esta temática libre ya que creímos que les daría seguridad, puesto que las tutoras habían notado que un número bastante alto de ellos opinaban que “no sabían” o “no podían” realizar las tareas que ellas les planteaban en sus aulas.

Al encontrarse en la etapa de garabateo, los trazados que realizarían principalmente serían garabatos, distintas líneas carentes de significado, que relacionan entre sí mediante el trazado por adición formando combinaciones y agregados. Estos trazados conforman el alfabeto gráfico, en el inicio de un lenguaje gráfico-visual, que almacenarán los pequeños en su memoria, y que, posteriormente, utilizarán para la construcción de figuras con carácter representativo.

Pensamos que los resultados de estas pruebas nos ayudarían a conocer mejor este recurso básico en los dibujos infantiles. Conviene indicar que la primera se planteó con un criterio marcadamente cualitativo ya que es abierta y en la que los sujetos de la investigación tienen total libertad a la hora de elegir determinados elementos para realizar sus composiciones, aunque también nos pareció interesante utilizar un criterio de tipo cuantitativo en su análisis.

8.2.2. Edad

Como he indicado, debido a los objetivos marcados, la prueba se propuso únicamente para la edad de 3 años, ya que los alumnos de 4 y 5 años no necesitaban la seguridad que esta experiencia les podía ofrecer. Por otro lado, al encontrarse en otra etapa diferente, en la que los garabatos comienzan a convertirse en auténticos dibujos, no podríamos apreciar cuáles de las formas geométricas emplean de manera espontánea y con la frecuencia en que los utilizan.

8.2.3. Objetivos

Como objetivo en esta prueba se pretende conocer cuáles son las formas geométricas que de manera espontánea realizan los niños y niñas de tres años en sus primeras producciones gráficas, y que serán la base de su lenguaje gráfico. También queríamos motivar a los alumnos y darles confianza para, posteriormente, realizar las diferentes pruebas. Puesto que se planteó con un carácter abierto, sin ninguna restricción a la hora de realizar sus dibujos, nos planteamos un análisis prioritariamente de corte cualitativo.

8.2.4. Número

Esta primera prueba se llevó a cabo dos veces, ambas en el Colegio Público Torre Malmuerta, en los dos cursos de 3 años. La primera vez en el curso 2000-2001, y la segunda vez en el siguiente: 2001-2002. En total fueron 42 láminas: 23 en el primer año y 19 en el segundo.

8.3. Prueba 2: Regalos de Reyes Magos

8.3.1. Presentación

Al igual que la prueba anterior, y puesto que se acercaban las fiestas de Navidad y notábamos a los alumnos entusiasmados y nerviosos por los regalos de los Reyes, consideramos que para motivarles sería interesante presentarles una lámina que logran

realizar con una relativa facilidad y mediante la cual podríamos conocer cuáles son los garabatos y combinaciones que ellos realizan de forma espontánea en los cursos de primero de Infantil, a los 3 años, edad en la que efectuamos esta prueba.

En esta edad, los niños todavía garabatean, aunque encontramos algunos que ya realizan dibujos propiamente dichos. Poco a poco van trazando garabatos con nombre o ideogramas, ya que empiezan a unir la expresión gráfica con la expresión verbal, pasando de un pensamiento kinestésico a un pensamiento visual, en el que las imágenes comienzan a formar parte de su memoria visual.

Hay que tener en cuenta que, aunque continúan realizando trazados que formalmente apenas difieren de los que han ejecutado hasta el momento, lo que comienza a cambiar en estas edades es la intencionalidad de los sujetos a la hora de plasmarlos, puesto que los mismos garabatos tienen diferentes significados y los autores de los mismos atribuyen un nombre distinto para referirse a ellos.

Para realizar esta prueba, se entregó a los alumnos un folio en blanco y se les indicó que dibujasen en él cuáles eran los regalos que les querían pedir a los Reyes Magos. Anteriormente, en clase, habíamos charlado acerca de estas fiestas y de los regalos que esperaban para ese día. Notamos que algunos no se sentían seguros y dudaban a la hora de comenzar a dibujarlos, aunque poco a poco fueron teniendo confianza y venían a contarnos lo que habían realizado.

8.3.2. Edad

Como he indicado anteriormente, la prueba se realizó en el primer curso de Educación Infantil, en un momento en el que los niños y niñas se encuentran garabateando, aunque algunos, los menos, comienzan tímidamente a efectuar los primeros dibujos propiamente dichos.

8.3.3. Objetivos

El objetivo que perseguía con esta prueba era, además de la motivación inicial, conocer el empleo de las formas geométricas en la representación de los objetos. Puesto que la lámina tiene un carácter abierto, se plantea un análisis de corte eminentemente cualitativo, ya que no se les ha ofrecido ninguna restricción a la hora de ejecutar el ejercicio.

8.3.4. Número

Al igual que la prueba anterior, esta se llevó a cabo dos veces en el colegio Torre Malmuerta. La primera vez se desarrolló en el primer año de la investigación con 21 alumnos, y la segunda en el segundo año con 22 alumnos, obteniéndose un total de 43 dibujos.

8.4. Pruebas 3, 4, 5 Y 6: Variaciones de la casa

Prueba 3: La casa

Prueba 4: La casa con árboles

Prueba 5: La casa y objetos

Prueba 6: El colegio

8.4.1. Presentación

Uno de los temas que más tempranamente aparece en las producciones infantiles es el de la casa, que junto a la figura humana y al sol, sin duda configura el elemento más relevante en el ámbito gráfico del niño.

La casa tiene un especial significado para los pequeños, estando muy ligada a su desarrollo psicoafectivo, ya que representa la primera imagen de seguridad e intimidad familiar. Desde el punto de vista de su construcción gráfica, su organización corresponde a la de los agregados de los diversos diagramas, utilizándose cuadrados, triángulos, rectángulos, círculos, etc., procedentes de la etapa del garabateo, que ahora utilizan con una intencionalidad distinta a la de entonces puesto que son los componentes elementales de sus dibujos.

Los niños y niñas de diferentes culturas tienden a dibujar la casa de forma muy similar, trazando un rectángulo que representa la fachada de la casa, al que unen un triángulo en la parte superior para representar el techo. Poco a poco le van añadiendo otros diagramas como cuadrados, círculos o cruces para representar la chimenea o las ventanas. Estos esquemas son un signo gráfico que crean, y no provienen de la copia de modelos de los adultos o del resultado de la percepción de viviendas o edificios reales.

Su construcción gráfica es diferente para niños diestros o zurdos, ya que los primeros tienden a dibujar la pared lateral en el lado derecho de la fachada, donde colocan la puerta, mientras que los zurdos la dibujan en el lado izquierdo la fachada principal.

Estas pruebas tienen un enfoque eminentemente cualitativo, ya que, al igual que las anteriores, son pruebas abiertas en las que los sujetos no tienen ninguna restricción a la hora de realizarlas.

8.4.2. *Edad*

Todas ellas se realizaron en los tres cursos de Educación Infantil a lo largo de los dos años. La primera de las mismas, *La casa*, se llevó a cabo en los tres cursos: dos veces en la clase de 3 años, dos veces en la de 4 años y una vez en 5 años. La segunda prueba, *La casa con árboles*, que es una variante de la anterior, se realizó una vez en la clase de 4 años; la de *La casa y objetos* se les programó una vez en la edad de 5 años y *El colegio*, en 4 y 5 años.

Como he señalado, estas cuatro pruebas no eran sino variaciones del tema de *La casa*, presentadas bajo distintos nombres para que los alumnos no consideraran que ya la habían efectuado, con la consiguiente desmotivación que esto les produciría, ya que, en general, no les gustaba repetirlas.

8.4.3. *Objetivos*

Como objetivo de estas pruebas se planteó conocer cuáles eran las formas geométricas más empleadas en el comienzo del dibujo y en qué elementos aparecían. También en conocer cómo emplean los cuadrados, triángulos y círculos en los procesos de adición, así como descubrir las distintas adiciones variadas que emplean en sus dibujos.

Las pruebas, al igual que las precedentes, son de carácter abierto, enfocadas hacia un análisis de corte eminentemente cualitativo.

8.4.4. *Número*

La prueba número tres, *La casa*, se llevó a cabo en los tres cursos de Educación Infantil; los niños de tres años la hicieron dos veces, con un total de 36 láminas, los de cuatro dos veces, con 45 dibujos, y los de cinco años una sola vez con 21 pruebas, por lo que se obtuvieron 102 láminas.

La prueba número cuatro, *La casa con árboles*, se realizó una vez en la edad de 4 años, con un total de 21 dibujos.

La quinta prueba, *La casa y objetos*, fue desarrollada en un curso de 5 años, obteniéndose 23 láminas.

La última prueba de este bloque, *El colegio*, se efectuó una vez en la clase de 4 años y otra vez en la clase de 5 años, con un total de 46 dibujos.

En resumen, estas pruebas se realizaron 9 veces, con un total de 192 láminas, cifra bastante alta con la que se puede indagar con bastante aproximación en los modos en los que los niños y niñas emplean sus grafismos dentro de los dibujos libres, así como el modo en el que los combinan.

8.5. Prueba 7: La familia

8.5.1. Presentación

Como he señalado, en torno a los 4 años, se produce un cambio de gran importancia en las producciones de los pequeños, ya que los garabatos de las edades anteriores dejan de ser líneas que carecen de significado y se transforman en verdaderos dibujos que representan objetos del mundo real o imaginario. De este modo, comienzan a construir figuras, siendo la figura humana una de las primeras que realizan por la importancia que tiene para ellos.

Desde el punto de vista gráfico-visual, se puede entender cómo la evolución de los diagramas, soles y los radiales, supone un salto cualitativo con los planteamientos de la etapa precedente. Así, el niño comienza a dibujar la figura humana partiendo de un círculo del que surgen distintas líneas en su contorno que representan a los brazos y las piernas. En su interior traza pequeños círculos, puntos o rayitas para representar los distintos elementos de la cara. A este primer trazado de la persona se le denomina *renacuajo*, y es común a todos los niños y niñas del mundo.

Pronto superarán esta representación primaria para realizar una figura más elaborada con la adición de un tronco en forma ovalada o rectangular que se añade a la cabeza, y que poco a poco irá evolucionando y experimentando cambios, hasta que, al llegar a los 5 años, la figura humana alcanza una cierta estabilidad.

Debido a la importancia de la familia en estas primeras edades, propusimos a los alumnos el tema titulado *Dibuja tu familia*.

8.5.2. Edad

Aunque el dibujo comienza mayoritariamente a los 4 años, nos pareció interesante, tanto a las tutoras como a mí, efectuar esta prueba a niños de 3 años, para poder analizar los inicios en el trazado de la figura humana, ya que algunos pequeños de esta edad ya

comienzan a realizar dibujos propiamente dichos. Por otro lado, consideramos conveniente plantearla a los alumnos de 4 años.

8.5.3. Objetivos

El objetivo que perseguía con esta prueba era conocer cuáles son las figuras geométricas que más emplean en la elaboración de la figura humana. También queríamos conocer en qué elementos de la figura los emplean y cómo se producen las adiciones de las diferentes formas geométricas. Esta es otra de las pruebas que requiere un análisis de corte cualitativo debido a la forma de plantearla, al no haber ninguna restricción a la hora de ejecutarla.

8.5.4. Número

Se realizó una vez en el primer curso de Infantil, con 23 láminas, y otra en el segundo curso, con 19 láminas. En total fueron 42 los dibujos obtenidos.

8.6. Pruebas 8 y 9: Perpendicularidad y paralelismo

Prueba 8: Árboles en una montaña

Prueba 9: El tren

8.6.1. Presentación

Para terminar con el bloque de pruebas de corte eminentemente cualitativo, tanto a los directores como a mí como investigadora, nos pareció de interés acercarnos a las nociones que tienen nuestros alumnos acerca del paralelismo y perpendicularidad.

El paralelismo es una noción difícil de adquirir por los niños pequeños debido a la infinitud de la línea recta, concepto que a estas edades no son capaces de captar, puesto que no cabe la consideración de entidades tan abstractas como la infinitud. Sus capacidades lógicas están muy pegadas a la relación con la realidad material concreta y poco preparadas para la abstracción, lo que determina que los más pequeños no sean capaces de trazar una serie de paralelas.

En referencia a las nociones de perpendicularidad o verticalidad había que apuntar que son conceptos que los pequeños asimilan con los ejes virtuales del formato, paralelos a los márgenes o bordes de la lámina, siendo el horizontal el que representa al suelo o superficie de apoyo y el vertical el utilizado para los objetos sometidos al equilibrio gravitatorio.

Hay que destacar como rasgo significativo de la verticalidad el propio dibujo del cuerpo humano. Inicialmente, a los 4 años, aparecen las figuras en diferentes direcciones; aunque pronto podrá verse el deseo de los pequeños de manifestar que el individuo se encuentra de pie, verticalmente, sobre un plano horizontal que es el suelo, por lo que aparece representado mediante un trazado explícito o tomando el borde del folio como base o línea de suelo.

8.6.2. Edad

La primera prueba se desarrolló en un curso de 5 años durante el segundo año de investigación; y la segunda prueba, acerca del paralelismo, se llevó a la práctica durante el primer año en un curso de 4 años y en otro de 5 años. No se pasó a los pequeños de tres años porque, lógicamente, consideramos que no eran adecuadas para su edad.

8.6.3. Objetivos

En la primera ocasión que se realizaba esta prueba, se les presentó a los alumnos una lámina con el contorno de unas montañas para que dibujasen árboles. El objetivo, por lo tanto, era conocer la idea de perpendicularidad que tenían a la edad de 5 años, al tiempo que saber cómo la representaban gráficamente.

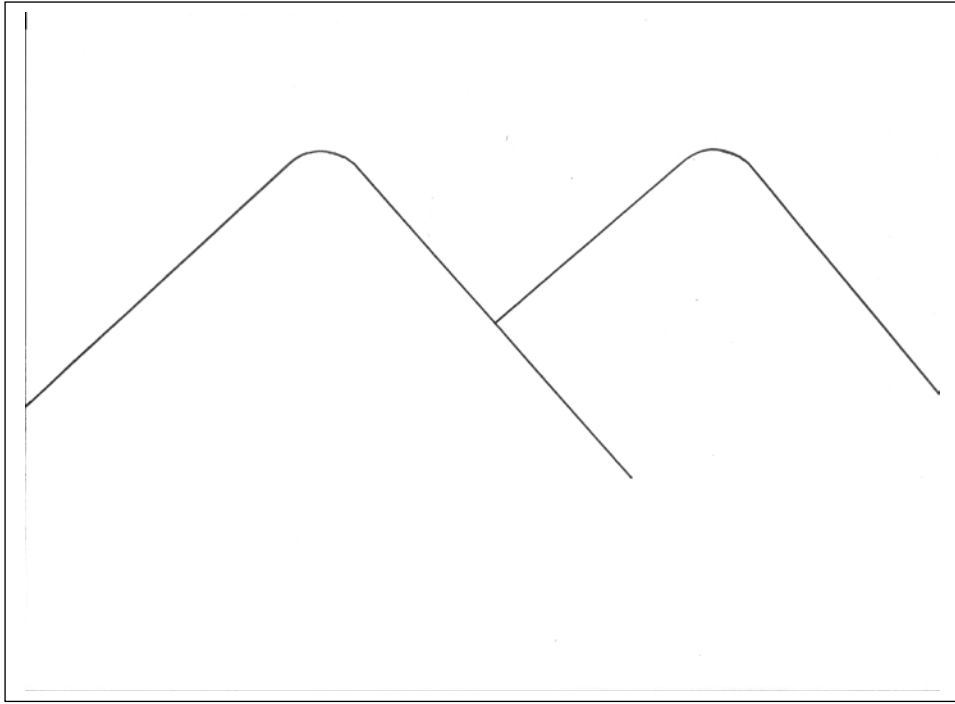
Para realizar la segunda prueba, se les entregó un folio en blanco para que los de 4 y 5 años dibujasen un tren por las vías. Con ello se buscaba conocer la noción de paralelismo que tenían a estas edades y cómo la plasmaban en el papel.

8.6.4. Número

Con respecto a la primera prueba, *Árboles en una montaña*, se realizó una vez en un curso de 5 años durante el segundo periodo de la investigación, con 17 sujetos. En el caso de la segunda, acerca del paralelismo, se empleó dos veces: la primera en 4 años con 23 sujetos, y la segunda en 5 años con 24. Por tanto, esta segunda prueba se llevó a cabo en el primer año de investigación 47 sujetos. Las dos pruebas ejecutadas durante los dos años proporcionaron un total de 64 participantes.

8.6.5. Muestra

Como he señalado, la muestra de *Árboles en una montaña* se les presentó fotocopiada para que dibujasen los árboles sobre ella, con formato tipo horizontal, indicándoles que debían dibujarlos en el filo de las dos montañas.



8.7. Prueba 10: Continuidad de líneas

8.7.1. Presentación

Con esta práctica se comienza un bloque en el que, principalmente, se les presenta a los alumnos de Educación Infantil pruebas de carácter cuantitativo, aunque también sean susceptibles de aplicárseles un análisis de corte cualitativo.

Se realizó una vez en cada uno de los cursos de 3 años, aunque con pequeñas diferencias. El primer año, se les mostró a los niños una prueba en la que debían continuar una serie de líneas entre las que se incluían una recta, una línea ondulada, una línea quebrada y dos cicloides: uno de ellos con los lazos mirando hacia arriba y el otro con los lazos mirando hacia abajo. Para ello, les entregué en una lámina en formato A-4, dispuesta horizontalmente. Así, las líneas marcadas estaban iniciadas apenas unos centímetros, por lo que ellos debían continuarlas. En el segundo año, les aporté una hoja en blanco y otra de muestra, de modo que los pequeños debían copiar las mismas líneas que se presentaban en dicha hoja modelo.

Una vez que se les explicó en qué consistía la prueba y comprobamos que la habían entendido, comenzaron a realizarla en pequeños grupos de cuatro alumnos para poder tomar nota de todo el proceso, por lo que se les dio todo el tiempo necesario para que la terminasen.

8.7.2. Edad

Como he indicado, estos tipos de líneas las realizan los pequeños desde los dos años y medio, en la fase del garabato controlado, y suponen el primer alfabeto gráfico-visual, por lo que supuse que no debían ofrecer demasiados problemas para ejecutarlos de forma aislada, en lugar de hacerlas en sus dibujos espontáneos.

Debido a su importancia, especialmente en 3 años, consideré que sería esta la edad más adecuada para llevarla a cabo, por lo que se pasó dicha práctica en los grupos de 3 años, durante los dos años de la investigación.

8.7.3. Objetivos

Con esta prueba se pretenden conocer: a) capacidad para comprender los ritmos previos, b) la semejanza o no de los trazados realizados por los niños y los modelos propuestos, c) utilización del espacio topológico, d) paralelismo entre las distintas

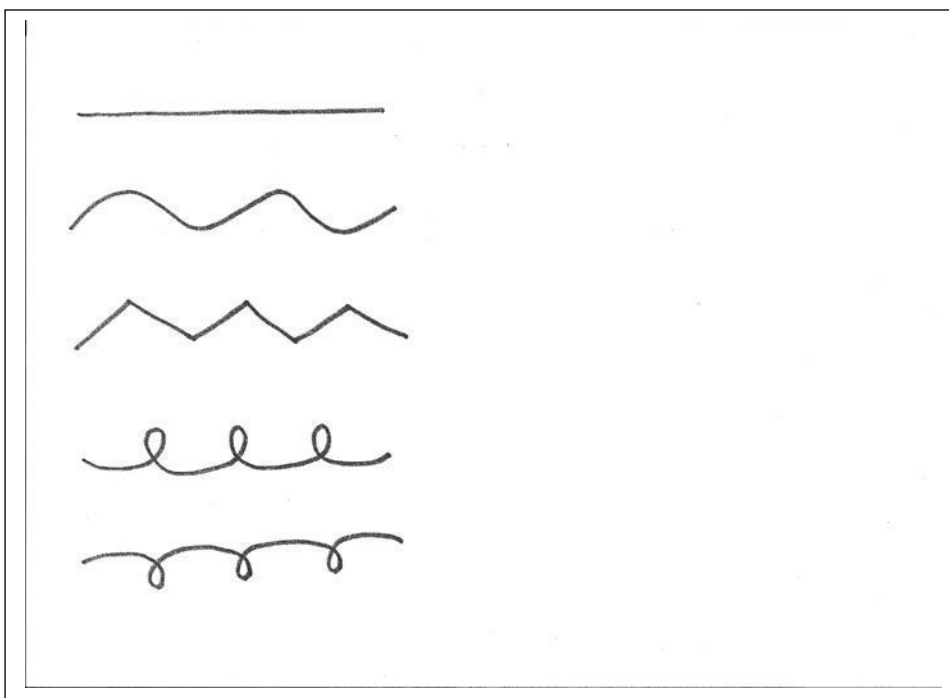
líneas, e) dirección empleada izquierda-derecha, y f) sentido de giro, siendo positivo el contrario a las agujas del reloj y negativo el sentido de giro de las agujas.

8.7.4. Número

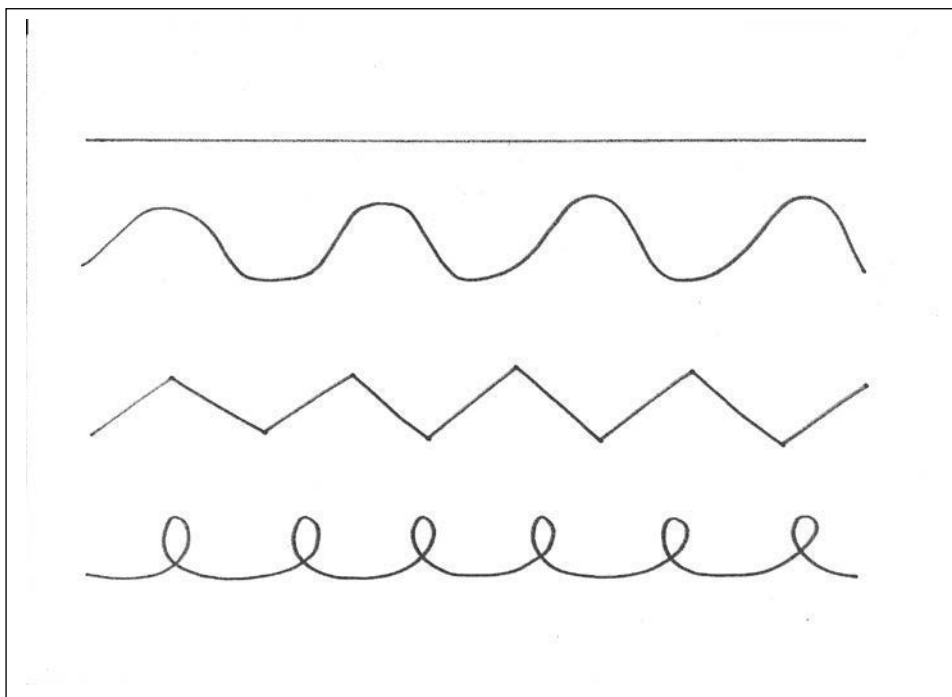
La prueba se realizó en dos ocasiones: la primera en el primer año de la investigación, en el colegio público Torre Malmuerta, con los alumnos de 3 años, obteniendo 24 láminas; la segunda en el mismo centro, durante el segundo año de la investigación, también con los pequeños de 3 años, con 17 láminas realizadas. En total y durante los dos años lo efectuaron 41 sujetos.

8.7.5. Muestra

Durante el primer año, se les entregó la prueba fotocopiada para que realizaran el trabajo sobre ella, con un formato horizontal, donde las distintas líneas estaban únicamente iniciadas para que las continuasen.



En el segundo, se les proporcionó la hoja en blanco para que trazasen todas las líneas siguiendo un modelo como el que presentamos a continuación.



8.8. Prueba 11: Reproducción de formas

8.8.1. Presentación

En las distintas producciones que realizan los escolares, podemos observar que llega un momento en el cual hay un control cada vez mayor en el trazado de las distintas líneas, junto a que los garabatos llegan a memorizarse, por lo que pueden ser repetidos debido a su propia configuración.

En este proceso, la acción de la memoria es fundamental para construir las distintas formas gráficas, ya que, posiblemente el niño recuerde formas parecidas a las de los garabatos realizados o de objetos reales con los que está en contacto, y a partir de los dos años y medio, va a ser capaz de trazar formas parecidas a las que ha visto sin necesidad de tenerlas presente.

En esta prueba, en la que nos interesaba conocer cómo eran capaces de asimilar y reproducir en una lámina una serie de figuras geométricas elementales, les propuse a los pequeños de cuatro años que copiasen en una hoja en blanco, las distintas figuras fotocopiadas en un folio.

En concreto, eran de tres tipos: en la parte superior de la hoja y dispuesta en posición horizontal, había dibujado un cuadrado; a continuación uno más pequeño, otro mayor que el primero, y un cuarto cuadrado de tamaño mediano pero girado 45 grados. En la parte intermedia de la hoja, se encontraban un círculo de tamaño mediano, otro pequeño, un tercero de gran tamaño, y, por último, una figura circular irregular cerrada sobre sí misma. Finalmente, aparecían un rectángulo apoyado en uno de los lados de mayor tamaño, un segundo un tanto más pequeño con la misma orientación, otro de tamaño mucho mayor y un cuarto rectángulo girado 90 grados, y, por tanto, apoyado en uno de sus lados pequeños.

Les repartimos, las tutoras y yo, láminas formato en A-4 en blanco. Una vez que habían formado pequeños grupos, les dimos una hoja de muestra y les pedimos que la copiasen igual en la suya. Tuvimos especial cuidado en que la orientación de la hoja de muestra fuese la misma para todos los niños.

Como habíamos observado ciertos problemas a la hora de representar tantas figuras, decidimos que a los pequeños de 5 años les íbamos a proponer la misma prueba pero haciéndola un poco más sencilla. De este modo, consideramos conveniente eliminar la fila de los rectángulos y presentarles únicamente cuadrados y círculos.

8.8.2. Edad

Realizamos esta prueba en las clases de 4 y 5 años durante el primer curso. Consideré que eran las edades más apropiadas para ello, ya que si bien la mayoría de los alumnos más pequeños eran capaces de realizar las figuras que les planteábamos de forma espontánea en sus dibujos, creímos que el orden impuesto, así como la tarea de copia y reproducción que exigía esta lámina, la hacía más adecuada para los de más edad

8.8.3. Objetivos

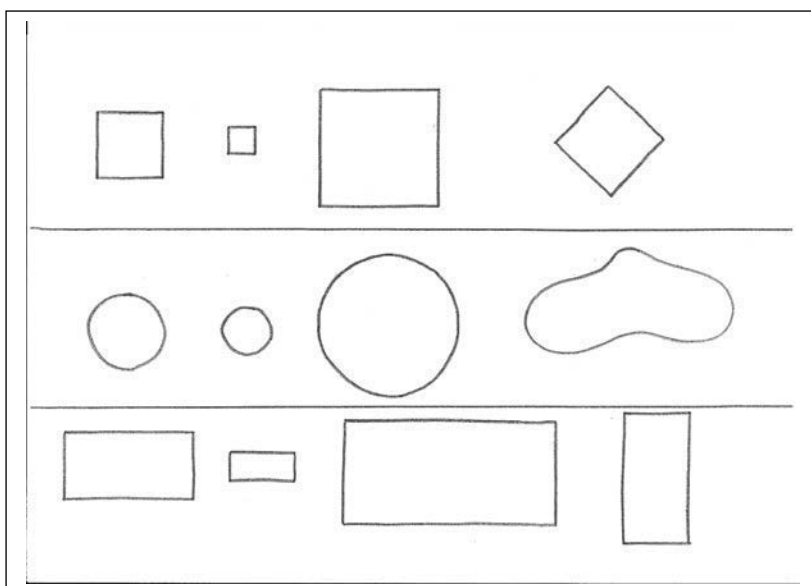
En esta prueba, nos interesaba conocer la capacidad de asimilación y reproducción de las formas básicas: el cuadrado y sus variantes al girarlo 45 grados o cambiarlo de tamaño; el rectángulo, que también se giró con 90 grados, al tiempo que se aumentó y disminuyó su tamaño; y el círculo, realizando los cambios de tamaño que se hicieron con las figuras anteriores, aunque, en lugar de girarlo, se trazó una figura circular de forma asimétrica, cerrada sobre sí misma.

8.8.4. Número

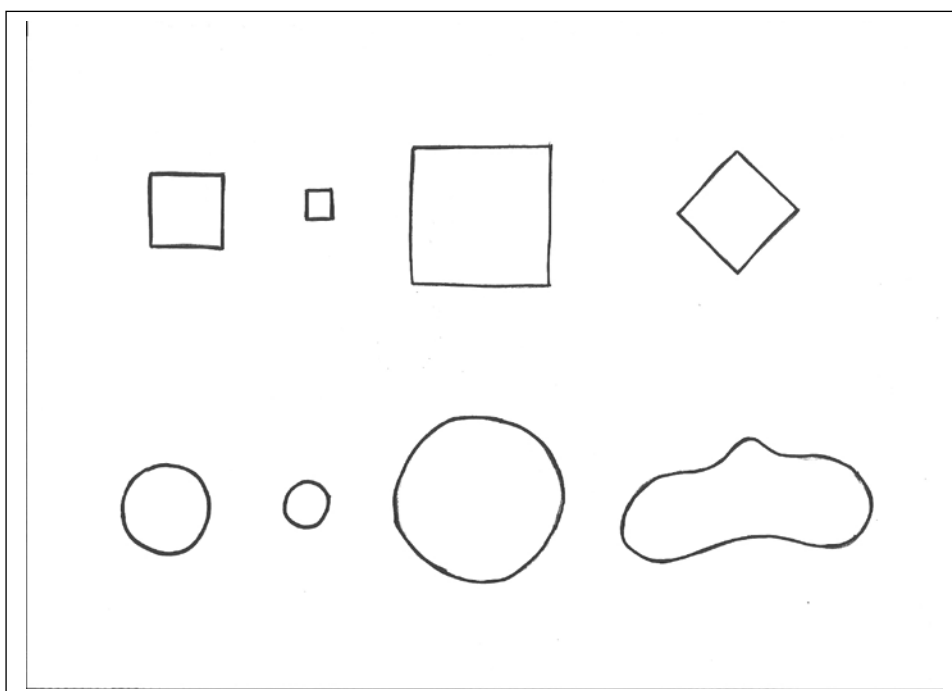
El número de alumnos del segundo curso de Educación Infantil que realizaron esta prueba asciende a 23; mientras que los del tercer curso fueron 22; por lo que el número total sería 45 láminas.

8.8.5. Muestra

Como he señalado, se hicieron dos variaciones: en la primera, algo más complicada para los pequeños, en una lámina A-4 dispuesta de modo horizontal, se dibujaron tres figuras: un cuadrado, un rectángulo y un círculo en vertical en la parte izquierda de la hoja, y, a continuación de cada una de ellas, aparecían cada una de las figuras pero cambiando su tamaño o su orientación, tal y como se representa la muestra.



En la segunda lámina, decidí incluir solamente el cuadrado y el círculo, así como sus variantes, para que, de este modo, les resultase algo más sencilla de realizar, ya que algunos de los pequeños nos manifestaron la dificultad que tenían para copiar tantas figuras.



8.9. Prueba 12: Círculos

8.9.1. Presentación

Cada vez que el niño se propone realizar un dibujo, se encuentra con una superficie o espacio topológico que tiene que rellenar con distintos trazados. En nuestro caso, esta superficie es una lámina A-4, en formato rectangular, con unos bordes que la delimitan y que aportan un sentido organizativo que podemos afirmar que adquieren los pequeños cuando dejan de moverla continuamente y optan por considerar las coordenadas arriba-abajo e izquierda-derecha.

Cuando se consolida el sentido organizativo en el niño, suele adoptar la posición horizontal para realizar sus trabajos plásticos, convirtiéndose en la disposición más frecuente, quizá influido por la tendencia a dibujar las distintas figuras alineadas a lo largo de una especie de franja horizontal.

Conocer el espacio topológico que utilizan preferentemente los niños nos pareció de gran importancia, ya que en los inicios del garabateo, no se posee un control gráfico de la superficie distribuyendo los distintos trazados de forma aleatoria, por lo que no será hasta los 4 o 5 años, con el proceso de maduración motriz y gráfica, cuando comienzan a ubicarlos de forma más o menos consciente.

Por esos motivos, decidí indagar en el modo en el que distribuyen los elementos dentro de una superficie, en este caso una lámina A-4 en blanco que les presenté, al tiempo que les solicité que en ella dibujasen un único círculo.

Les repartimos un segundo folio para que dibujasen dos círculos, y un tercero para que trazasen tres círculos. No se les dio ninguna consigna en cuanto al tamaño, color o disposición de la lámina.

8.9.2. Edad

Decidí realizar esta prueba en las tres edades objeto de la investigación, es decir, con 3, 4 y 5 años en los dos centros de Educación Infantil, ya que de este modo podría analizar tanto el modo en el que usan el espacio topológico, como los posibles cambios producidos por la edad.

8.9.3. Objetivos

El principal objetivo era el de conocer el uso del espacio topológico utilizado por los niños en sus representaciones gráficas: arriba-abajo, izquierda-derecha y centro. Aunque este aspecto se puede analizar en cualquiera de sus producciones, para un mejor análisis,

me pareció interesante dedicar una actividad exclusivamente para este tema. Además, era posible estudiar la disposición de la lámina de prueba, ya que podía aparecer en posición horizontal o vertical.

8.9.4. Número

La prueba fue realizada en los tres cursos de Educación Infantil. Si tenemos en cuenta que de cada una obtenemos tres láminas -con uno, dos o tres círculos-, concluimos que en la clase de 3 años se realizó una vez con 54 dibujos; en el aula de 4 años se llevó a cabo también una vez durante el segundo año con 63 láminas; y en la clase de 5 años se hizo una vez con 69. Por tanto, la prueba la empleamos tres veces, con un número total de 186 resultados.

8.10. Prueba 13: Cuadrado y punto-líneas-cuadrado

8.10.1. Presentación

La figura del cuadrado es realizada por los niños en torno a los 3 o tres años y medio de forma consciente e intencionada, cuando ya son capaces de memorizarla y repetirla debido a su propia configuración. Su construcción implica un control de las líneas desde que la inician hasta que llega a su fin. Pronto comienzan a dibujarla con relativa frecuencia, generalmente combinándola con otras figuras o garabatos, y será un elemento fundamental al realizar sus dibujos, como ocurre con el tema de la casa.

Tomando en consideración lo indicado anteriormente, decidimos plantear una prueba en la que deberían copiar cinco cuadrados con diversos elementos en su interior. De este modo, le presentamos a cada niño una lámina fotocopiada dispuesta horizontalmente, en la cual aparecían cinco figuras en la parte superior, que ellos debían considerar como modelos, y copiarlas debajo de cada una de ellas. Las figuras consistían en un cuadrado, un cuadrado con una cruz en su interior, otro con un aspa cuyos extremos llegaban hasta los vértices, un cuarto cuadrado con un punto en el centro, y por último, otro con un cuadrado más pequeño en su interior.

8.10.2. Edad

Como hemos indicado, en torno a los tres o tres años y medio, los pequeños realizan combinaciones de cuadrados con otros diagramas o garabatos, principalmente en el dibujo de la casa, aunque también aparece en muchas otras combinaciones. Por este motivo, pareció interesante realizar esta prueba con los alumnos de tres años de edad, ya

que en las edades posteriores es muy habitual en ellos las uniones de estos grafismos para realizar figuras cada vez más complejas.

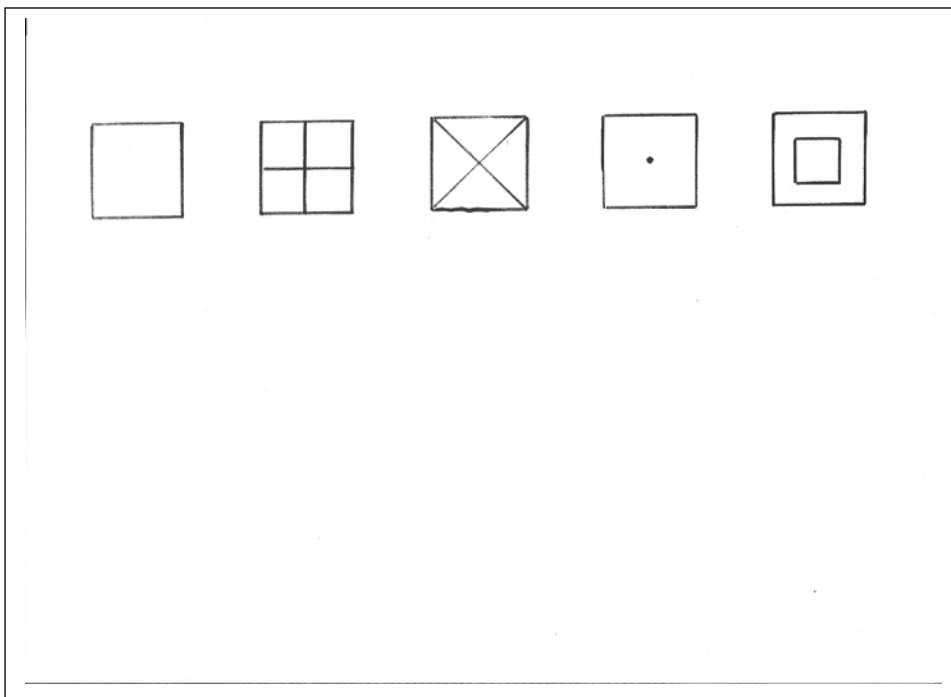
8.10.3. *Objetivos*

Con esta prueba nos planteamos conocer la capacidad de los pequeños para copiar un cuadrado y las distintas combinaciones del cuadrado con otros elementos, como la cruz, aspa, punto u otro cuadrado menor, es decir, quería saber cuáles son las figuras que los eran capaces de copiar y cuáles no eran capaces teniendo un modelo. Hemos de tener en cuenta que en ocasiones y de forma espontánea suelen realizarlas.

8.10.4. *Número*

Llevamos a cabo esta prueba en la clase de 3 años en el primer año de la investigación, con un total de 22 láminas.

8.10.5. *Muestra*



8.11. Prueba 14: Puntos dentro de cuadrado-círculo

8.11.1. Presentación

Desde muy pequeña edad, el niño tiene ante él una superficie en la que debe realizar sus trabajos escolares. Normalmente, es una hoja blanca en la que realiza sus garabatos y hacia los dos años y medio, con la aparición del garabato controlado, debe enfrentarse a las cualidades topológicas que marca la hoja de trabajo. Esta elección le planteará retos a sus grafismos, ya que, de un modo u otro, tendrán que decantarse por algunas de las cualidades topológicas que marcan los formatos.

Teniendo en cuenta lo anterior, presentamos a los alumnos una prueba dentro de un formato A-4, en posición horizontal, formada por tres cuadrados situados en la parte superior del folio, dentro de los cuales había un pequeño punto. En el primer cuadrado el punto se encontraba cercano al centro pero desplazado ligeramente hacia arriba y hacia la derecha; en el segundo se situaba en el centro; y, en el tercero, el punto muy desplazado hacia arriba y hacia la derecha; en la parte inferior de la hoja hay otros tres cuadrados, sin nada en su interior.

En esta prueba, los alumnos tenían que dibujar el punto en las figuras de la parte inferior en el mismo lugar en el que se encontraba en la parte superior de la lámina. También tenían que realizar una segunda prueba muy parecida a la anterior, pero en ella había círculos en lugar de cuadrados.

8.11.2. Edad

Debido a las características propias de esta prueba, me pareció conveniente realizarla en las clases de 4 y 5 años, cuando tienen posibilidades de ejecutarla con cierta fiabilidad, ya que la dificultad que planteaba no la hacía adecuada para los alumnos del primer curso de Educación Infantil, puesto que no tenían la madurez necesaria para ello.

8.11.3. Objetivos

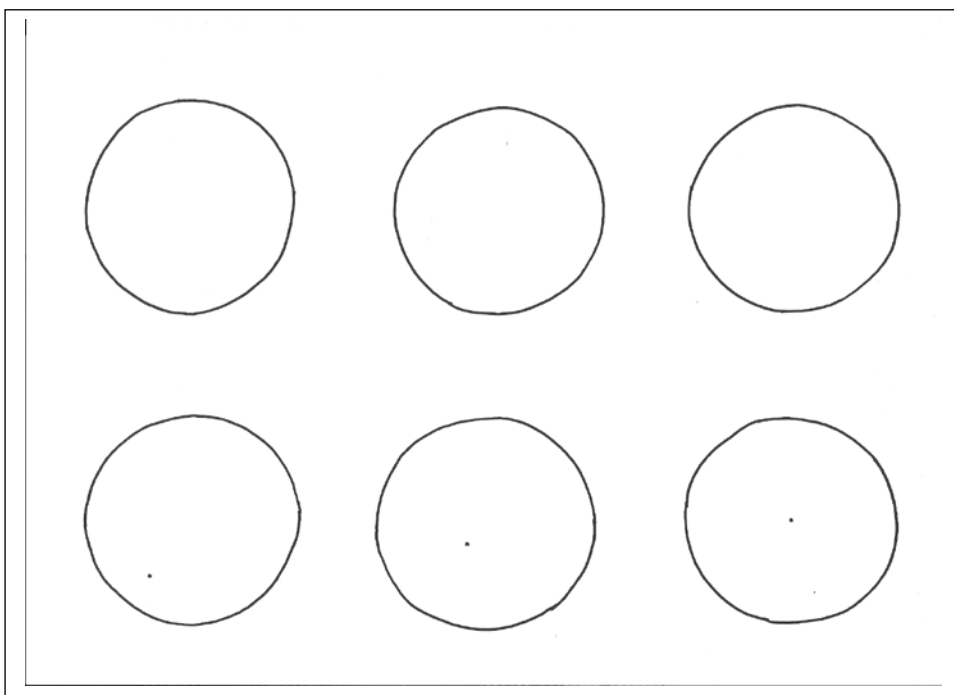
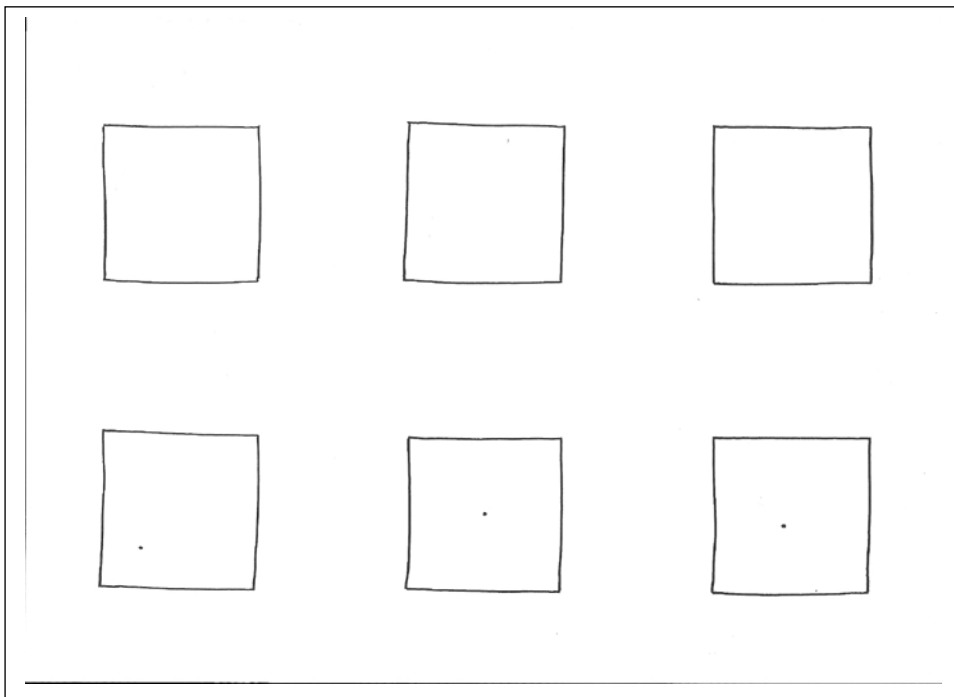
El objetivo principal que se persigue con esta prueba era el conocer si los alumnos de 4 y 5 años eran capaces de comprender correctamente la ubicación del centro geométrico del cuadrado y del círculo, ya que ambas figuras las realizan de forma espontánea desde muy temprano, y que suelen combinar, con bastante frecuencia, con cruces o con aspas que marcarían el centro geométrico de ambas figuras.

8.11.4. Número

La prueba se desarrolló en las clases de 4 y 5 años durante el segundo año de la investigación. En la clase de segundo de Educación Infantil se obtuvieron 42 resultados, mientras que en la de 5 años, se obtuvieron 40, lo que hace un total de 82 láminas.

8.11.5. Muestra

Las láminas se les presentaron en formato A-4, en posición horizontal, con las figuras de muestra en la parte superior, para que ellos las trazaran en la parte inferior de la hoja.



8.12. Prueba 15: Forma especular

8.12.1. Presentación

La simetría es una de las características configuradoras que existen en la naturaleza, y que, sin habérsela explicado al niño, este la asume plenamente. Esta cualidad de algunos objetos y de las figuras humanas aparece muy pronto en el trabajo de los pequeños, puesto que la aplican en el trazado del cuerpo en aquellas partes que se componen de dos elementos: ojos, brazos, piernas, etc. Por este motivo, el niño tiende a trazar las figuras humanas de frente para que se puedan observar sus partes simétricas, ya que aparecen normalmente en posición estática y rígida.

Para estudiar la simetría, se les planteó dos pruebas. En la primera de ellas se habían dibujado dos espirales, cada una en un sentido, y dos círculos, cada uno con una línea vertical tangente hacia abajo a la izquierda o a la derecha. En el lado derecho de cada dibujo, a un centímetro aproximadamente, hay colocada una línea vertical que sirve como eje para que los sujetos representen su simétrico.

La segunda prueba tiene también cuatro figuras, medio círculo, un triángulo, una línea en zig-zag y otro triángulo con una orientación diferente; también añadimos una línea vertical a un centímetro de cada figura que actúa como eje de simetría.

8.12.2. Edad

La prueba se llevó a cabo con los alumnos de 4 y 5 años del colegio Fernán Pérez de Oliva, durante los dos años de la investigación.

8.12.3. Objetivos

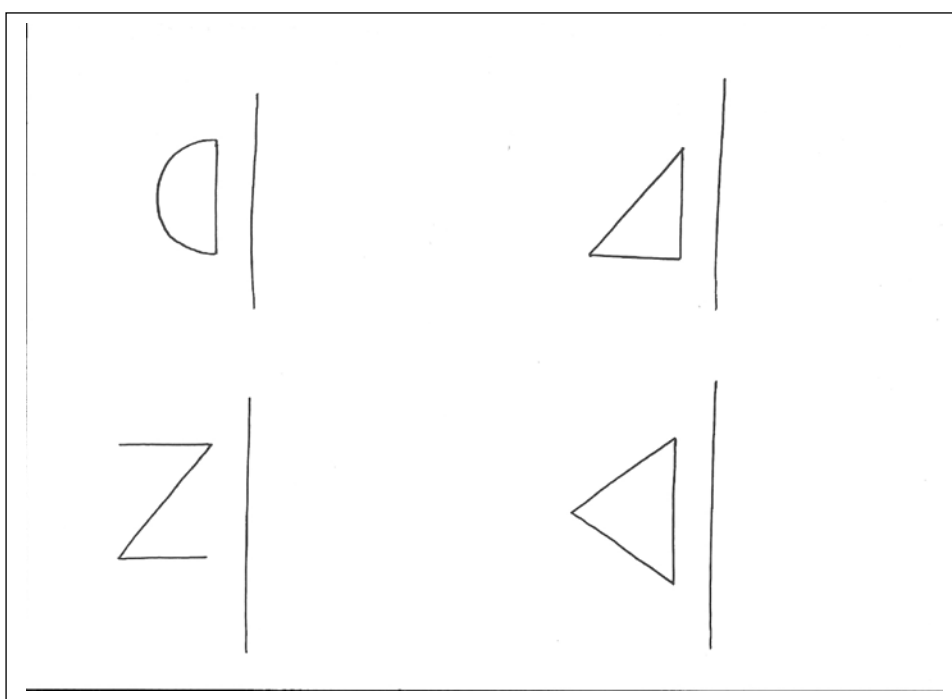
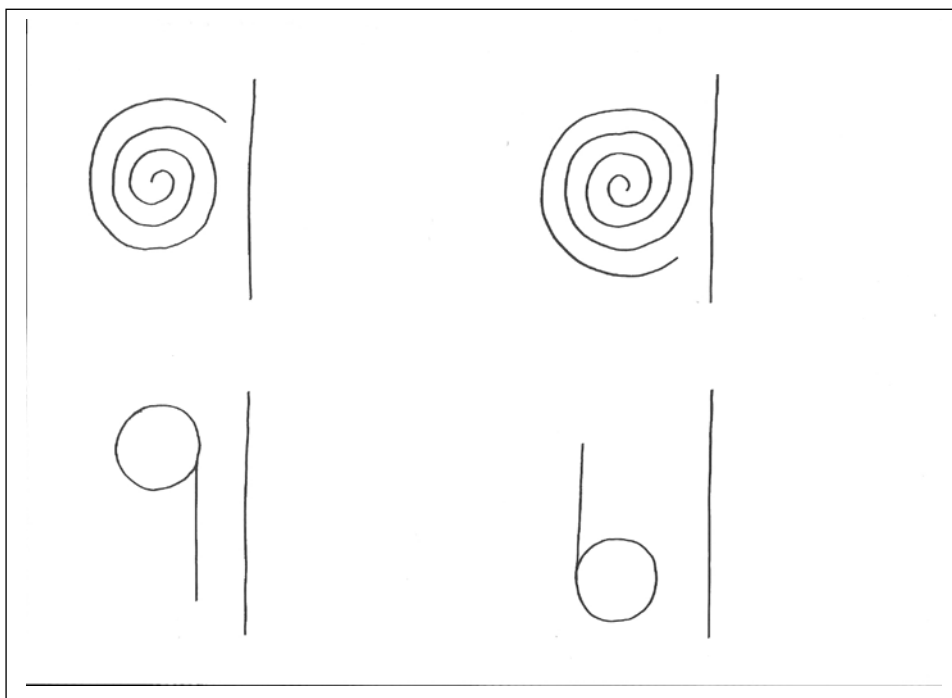
Con esta prueba, al igual que con las otras relacionadas con la simetría, como puede ser la de *La mariposa*, pretendemos conocer cómo comprenden la simetría los niños de 4 y 5 años, a partir de unas formas elementales, como pueden ser triángulos, espirales o la combinación de un círculo con una línea recta.

8.12.4. Número

Presentamos las dos láminas que constituyen esta prueba a los pequeños de 4 años durante el primer año de la investigación, obteniendo 40 resultados. En el segundo año, les propusimos las mismas pruebas a los alumnos de 5 años, con 38 respuestas gráficas, por lo que el total es de 78 dibujos.

8.12.5. Muestra

En las dos láminas que presentamos en formato horizontal a los alumnos, tenían fotocopiadas las cuatro figuras que ellos debían reproducir, con una línea recta vertical en el lado izquierdo de cada una que representaba el eje de simetría. Una vez que comprobamos que habían entendido el ejercicio, les entregamos la primera prueba, y cuando la terminaron, la segunda.



8.13. Prueba 16: Chimenea y humo

8.13.1. Presentación

Prueba en la que quería analizar la utilización de la orientación izquierda-derecha, aspecto que los pequeños no distinguen hasta los 4 o 5 años, cuando llegan a comprender este concepto, aunque a esta edad aún no saben cuáles son sus miembros derechos o izquierdos (Lurçat, 1982). Para esta autora, solo a partir de los 8 o 9 años reconocen con precisión cuál es la parte derecha o izquierda de su cuerpo.

Debido a que el objetivo que perseguía con esta prueba es muy concreto, creí interesante presentar esta lámina fotocopiada en formato A-4, en la que aparece el contorno de una casa de manera muy simple, mediante un cuadrado sobre el que se apoya un triángulo que hace de tejado. Los alumnos tenían que dibujar en el tejado una chimenea de la que salía humo, bien en el lado derecho o en el izquierdo.

8.13.2. Edad

La prueba se les propuso a los niños de 4 y 5 años, las edades que consideramos como las más adecuadas, durante el segundo año de la investigación.

8.13.3. Objetivo

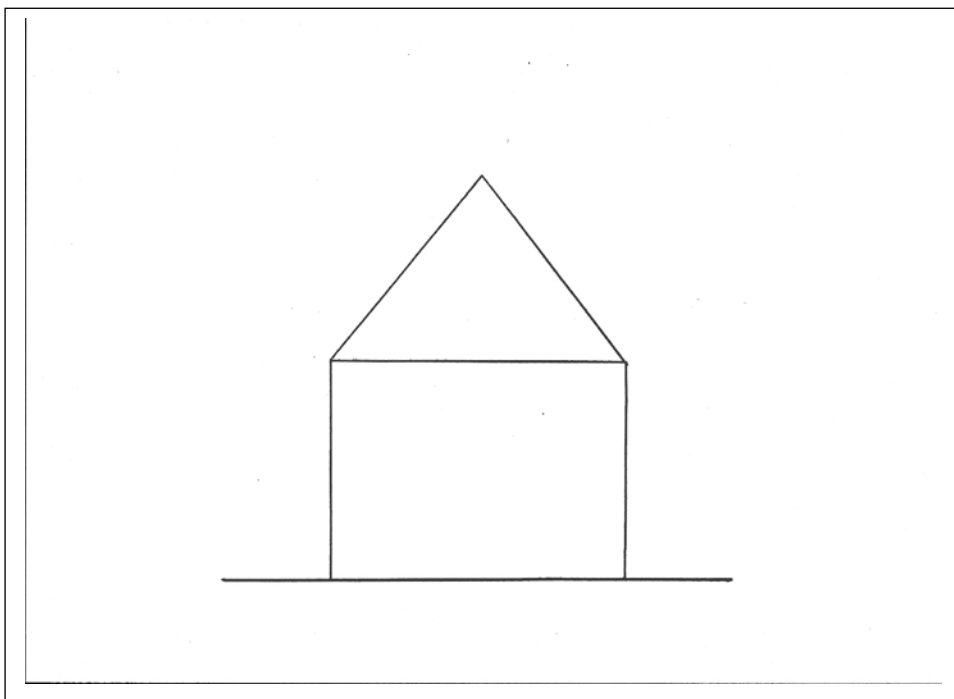
Con esta lámina queremos estudiar la ubicación izquierda y derecha dentro de una forma simétrica como es una casa formada por un cuadrado con un triángulo sobre su lado superior.

8.13.4. Número

Se obtuvo un total de 44 resultados, de los que 21 correspondían a los alumnos de cuatro años y 23 a los alumnos de cinco años.

8.13.5. Muestra

A los niños se les presentó fotocopiada la lámina en la que ellos tenían que dibujar la chimenea y el humo.



8.14. Prueba 17: La caja

8.14.1. Presentación

Desde que los niños comienzan sus primeros trazados, se encuentran con una superficie o espacio topológico en el que deben realizar sus producciones. En los primeros dibujos, consideran la lámina como el suelo en el que distribuye las distintas figuras para, poco a poco, considerarla como una hipotética ventana a través de la que puede representar la realidad; una vez que se interpreta el soporte como un encuadre, las direcciones dominantes que configuran este soporte comienzan a incidir en el resultado de las producciones infantiles.

De este modo surgen las direcciones izquierda-derecha o arriba-abajo, marcadas por los ejes horizontales y verticales que se adquieren pronto. Los ejes verticales y horizontales de la lámina, así como la propia experiencia humana de estar erguidos verticalmente sobre el suelo, proporcionan a los niños la experiencia necesaria para conseguirlo.

Con esta prueba se pretende indagar acerca de la distribución de los elementos dentro de una superficie o espacio topológico. Para ello, presentamos a los niños una lámina en la que hay dibujado un gran rectángulo que ocupa prácticamente toda la superficie de la hoja, y una serie de figuras –cuadrado, círculo, espiral, cruz latina y aspa- para que las “metiesen” dentro de ese rectángulo, al que llamamos *la caja*.

8.14.2. Edad

Por los motivos anteriormente expuestos, y ya que los niños desde que realizan sus primeras producciones tienen que ubicar sus trazados y dibujos dentro de una superficie, en este caso una lámina A-4, me pareció interesante realizar esta prueba en los dos centros, y en los tres cursos de Educación Infantil, es decir, en 3, 4 y 5 años.

8.14.3. Objetivo

Como se ha apuntado, el objetivo principal que nos plantamos con esta prueba fue conocer la distribución de las figuras geométricas dentro del espacio topológico, es decir, el modo en el que los niños utilizan el espacio topológico en el que deben situarlas. Analizaremos también si distribuyen las figuras por todo el espacio, en el centro, en la izquierda o la derecha, y otras opciones, como puede ser la distribución alineada de los grafismos dentro del espacio topológico.

Además, queremos conocer cuáles de todas las figuras que les presentamos van a utilizar con mayor frecuencia, ya que los pequeños van seleccionando aquellas que quieren emplear y, por tanto, las que más van a repetir. También podríamos apreciar cómo algunos de los pequeños utilizan todas las figuras geométricas, mientras que otros solo emplean algunas de ellas.

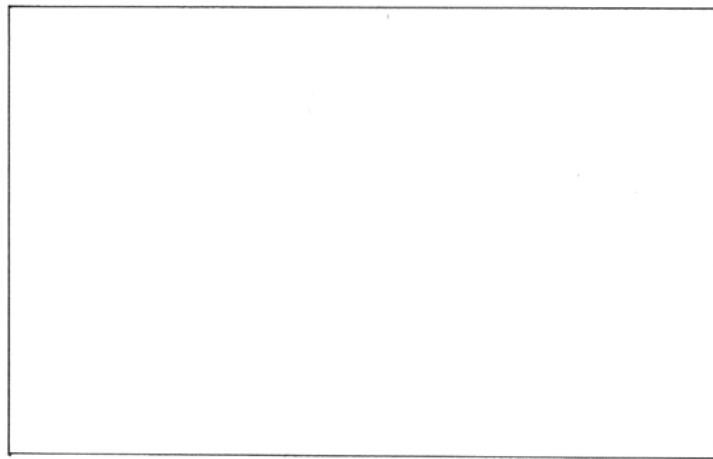
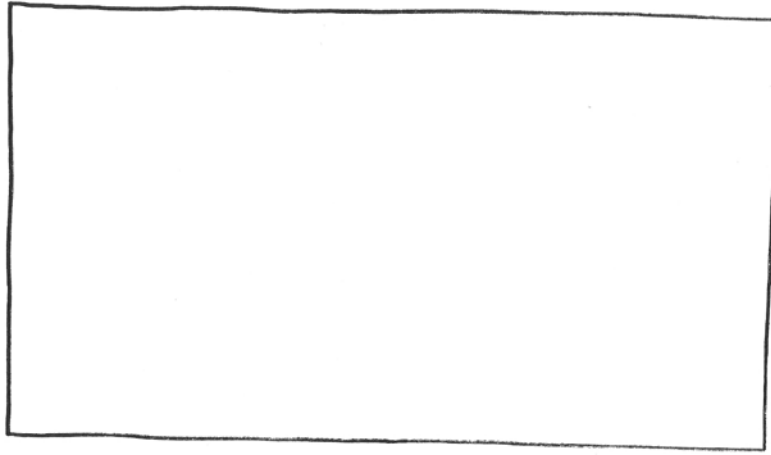
8.14.4. Número

La prueba se llevó a cabo en los tres cursos de Educación Infantil a lo largo de los dos años de la investigación. En el curso de 3 años, se realizó una vez durante el primer año de la investigación, con 23 láminas como resultado; en segundo, con 4 años, se hizo dos veces, una en cada año, con un total de 43 dibujos; el último curso de Educación Infantil, con 5 años, se hizo también dos veces, una cada año, con un total de 47 pruebas. Por tanto, se empleó esta prueba cinco veces con un total de 113 láminas.

8.14.5. Muestra

A los alumnos de las distintas clases se les entregó la muestra fotocopiada en formato A-4. La posición de la lámina era horizontal; en el primer año, se les presentó una prueba en la que los grafismos que ellos debían copiar estaban dibujados en la parte inferior de la lámina. En el segundo año, solo se fotocopió el rectángulo en el que tenían que distribuir las figuras, al tiempo que estas se dibujaron en la pizarra sin ningún orden concreto, ya que al realizar la prueba en el primer año observé que algunos copiaban la serie de figuras en el mismo orden en el que aparecían representados en la parte inferior de la lámina.

○ □ △ + × || = ⊙



8.15. Prueba 18: La mariposa

8.15.1. Presentación

El niño desde sus primeras producciones, revela una especial sensibilidad y un incipiente gusto estético por las cualidades de las configuraciones plásticas, pudiéndose descubrir una organización armónica a través de las líneas, texturas o colores que utiliza de manera temprana y de forma intuitiva.

Entre otras, la simetría aparece rápidamente en sus trabajos de una manera bastante clara, utilizándola principalmente cuando comienza a dibujar la figura humana y las distintas partes que componen el cuerpo. De este modo, si dibuja el ojo izquierdo, también trazará el derecho, y lo mismo ocurrirá con los brazos, piernas y demás elementos, ya que, desde el primer momento, tiende a buscar el equilibrio en la figura que representa.

Con esta prueba he querido indagar algo más en la idea que tienen acerca de la simetría en las edades de 3, 4 y 5 años, y para ello les hemos presentado una prueba con dos versiones. La primera es un dibujo del contorno de una mariposa en la que en las alas del lado izquierdo habíamos dibujado distintas figuras geométricas, y ellos debían decorar el ala del lado derecho siguiendo la misma pauta; la segunda, corresponde a la misma mariposa, pero únicamente aparecía el contorno para que ellos decorasen las alas de ambos lados.

8.15.2. Edad

La prueba se ha llevado a cabo en los tres cursos de Educación Infantil durante los dos años de investigación y en ambos centros. Se les planteó a los alumnos de 3 años ya que, a pesar de su corta edad, creímos conveniente hacerlo para de este modo conocer si son capaces, y, en casi afirmativo, cómo lo hacen al representar las ideas tempranas e intuitivas que todos tenemos acerca de la simetría.

8.15.3. Objetivo

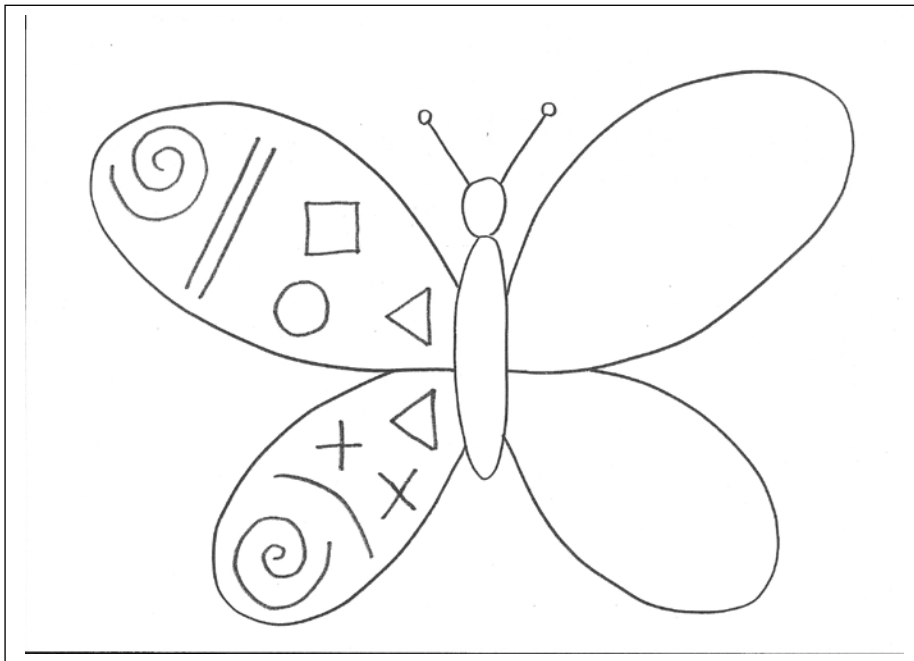
El objetivo que se perseguía con esta prueba era conocer la capacidad de reproducción de las formas equivalentes y simétricas que poseen los niños de Educación Infantil.

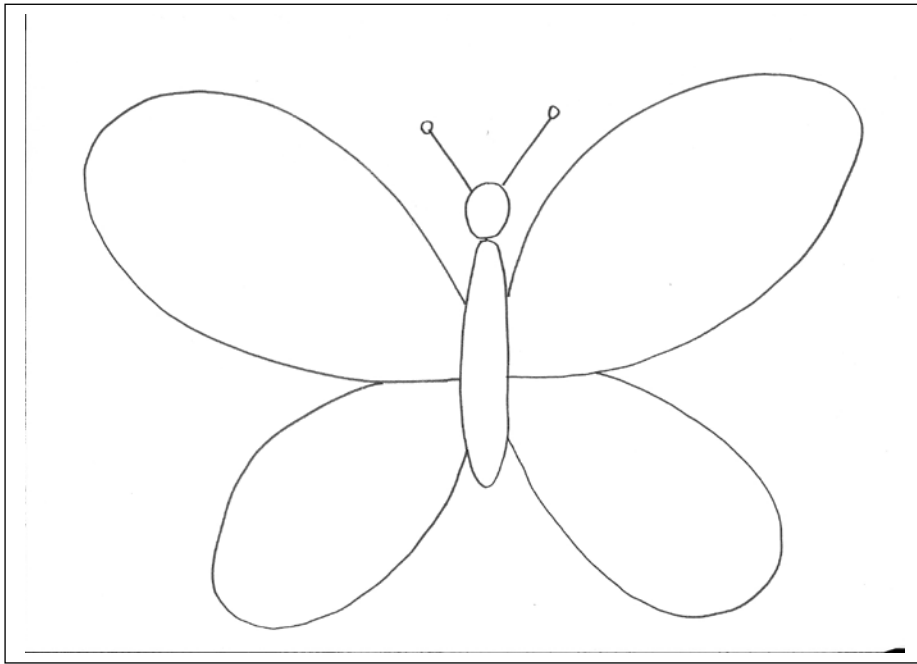
8.15.4. Número

La prueba se presentó en los tres cursos. En primero de Educación Infantil se obtuvieron 21 pruebas; en segundo 43; y en tercero 43 láminas. En total fueron 107 los dibujos obtenidos en las cinco veces que realizamos esta prueba.

8.15.5 Muestra

A los niños y niñas se les entregaron fotocopiado el contorno de la mariposa con las dos versiones explicadas anteriormente: la primera con el lado izquierdo ya dibujado y la segunda sin ningún elemento en su interior.





8.16. Prueba 19: La antena

8.16.1. Presentación

Como he señalado, la noción de paralelismo es difícil de adquirir por los niños pequeños debido a que la línea recta es infinita, por lo que no son capaces de captar una idea tan abstracta como es la infinitud. Además, la capacidad lógica de los alumnos está muy pegada a la realidad material y poco preparada para la abstracción, lo que determina que los más pequeños no sean capaces de trazar una serie de paralelas.

Para indagar en el tipo de paralelismo que tienen nuestros alumnos, les presenté fotocopiados los edificios de una ciudad, uno de los cuales tenía una antena formada por una línea vertical con tres líneas paralelas entre sí, que ellos debían dibujar en otro de los edificios.

8.16.2. Edad

Esta prueba fue realizada por los niños de 4 y 5 años de los dos colegios en los que se llevó a cabo la investigación.

8.16.3. Objetivo

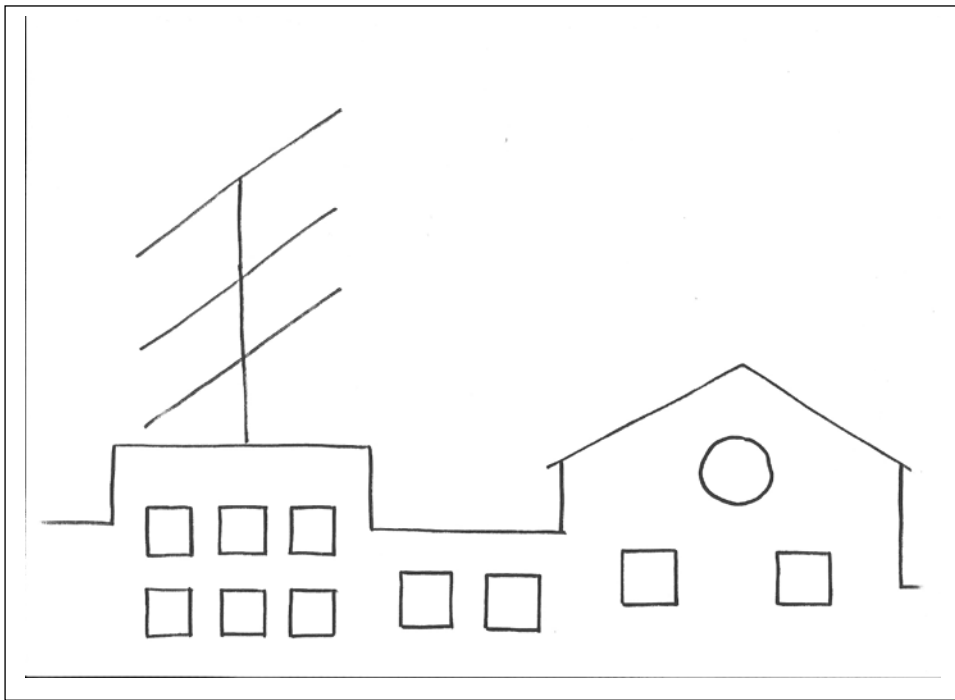
Como he indicado, el objetivo principal era el de conocer la idea de paralelismo en los pequeños, tomando como motivo el de los distintos elementos que forman una antena de televisión.

8.16.4. Número

El número de alumnos de 4 años que realizó esta prueba fue de 35 durante el primer año de estudio: 14 de ellos en el colegio Torre Malmuerta, y 21 en el colegio Fernán Pérez de Oliva. Los niños de 5 años fueron 24 en el colegio Torre Malmuerta, también durante el primer año de la investigación. En total se obtuvieron 59 respuestas gráfico-visuales.

8.16.5. Muestra

A continuación se muestra el modelo empleado en la realización de las pruebas.



8.17. Prueba 20: Relación forma-figura

8.17.1. Presentación

Con esta prueba queríamos examinar cómo se enfrentan los niños al dibujo de formas geométricas, así como conocer cuáles son los dibujos que los escolares de Educación Infantil asocian con las figuras geométricas

Para ello, les presenté una prueba fotocopiada en formato horizontal, en la cual venían representadas, en la parte superior, cuatro formas geométricas: el cuadrado, rectángulo, círculo y triángulo. Ellos debían hacer debajo de cada uno de ellas un dibujo en el que estuviesen incluidas.

Previamente, pensamos que habría una gran variedad de figuras y que sería de gran interés su análisis.

8.17.2. Edad

Debido a la gran dificultad que esta prueba podría plantear a los alumnos de 3 años, que continúan realizando diferentes tipos de garabatos, decidimos hacerla únicamente a los mayores de 4 y 5 años, que ya realizan verdaderos dibujos, durante los dos años que duró la investigación.

8.17.3. Objetivo

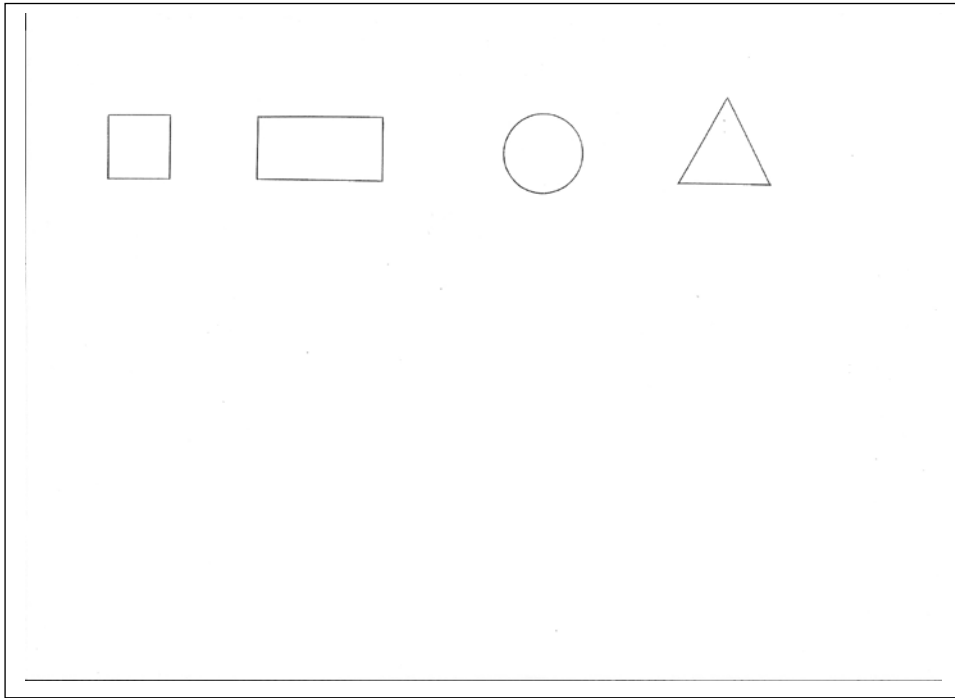
Con esta prueba se pretende, como objetivo principal, el estudio de las figuras que los niños de 4 y 5 años asocian a las formas geométricas básicas, en nuestro ejemplo, el cuadrado, rectángulo, círculo y triángulo.

8.17.4. Número

El número de láminas realizadas en el curso de 4 años fue en total de 41, de las que 22 fueron el primer año y 19 el segundo. En 5 años, se obtuvieron 44, en el primer año 24, y en el segundo 20, con lo que el total en ambos cursos fue de 85 láminas.

8.17.5. Muestra

Les di a los niños una lámina en posición horizontal, en la que estaban fotocopiadas en la parte superior los cuatro elementos ya señalados: cuadrado, rectángulo, círculo y triángulo, de acuerdo con el modelo que se presenta a continuación. La parte inferior se dejó en blanco para que ellos realizasen los diferentes dibujos.



8.18. Prueba 21: Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide

8.18.1. Presentación

La representación de la tridimensionalidad en un soporte bidimensional es uno de los problemas que tradicionalmente ha tenido que resolver el hombre a lo largo de las diferentes culturas. Son variados los métodos empleados, entre los que cabe destacar la perspectiva, la superposición visual de las figuras o el desplazamiento hacia la parte superior del soporte en el que se realizan los dibujos, al principio con el mismo tamaño y, posteriormente, aumentando el tamaño de las figuras más cercana.

El niño también buscará soluciones de tipo personal a esta dificultad, y lo hará en función de su nivel de desarrollo evolutivo, aportando innovaciones creadas por él mismo, aunque siempre influenciadas por la cultura en la que se encuentra inmerso, que le proporciona múltiples mensajes que le van a influir tanto en su modo de dibujar como en los cambios que se van a ir produciendo.

En este sentido, se les propuso a los pequeños una prueba centrada en cómo trasladan figuras en tres dimensiones a un soporte de dos dimensiones. Para ello, les presenté cuatro figuras geométricas de color amarillo: esfera, cubo, cilindro y pirámide. Todas ellas tenían un tamaño parecido -la esfera con un diámetro de unos 15 cms., el cubo de 15 cms. de arista, y el cilindro y la pirámide de base cuadrangular de unos 15 cms. de altura-, adecuado a los pequeños para que pudieran manipularlas con facilidad.

Una vez que los niños, en grupos de cuatro, hubieron tocado e investigado cada una de ellas, debían dibujarlas en el soporte, una lámina en blanco, formato A-4.

8.18.2. Edad

Esta prueba se realizó durante el segundo año de investigación en los tres cursos de Educación Infantil. Si bien fui consciente de la enorme dificultad que les supondría a los pequeños, especialmente a los de 3 años, representar en una superficie bidimensional los objetos tridimensionales, pensé que sería de gran interés analizar las posibles soluciones que aportaban, ya que como apunta Calvo (2002, p. 92) “hay que iniciar a los más pequeños en el mundo de la geometría tridimensional”.

8.18.3. Objetivo

Como se ha señalado anteriormente, el objetivo perseguido era analizar la capacidad de traslación de las formas tridimensionales a una superficie bidimensional y conocer

cómo utilizaban los pequeños las formas geométricas básicas al intentar resolver esta dificultad.

8.18.4. Número

La prueba se realizó durante el segundo año de la investigación en ambos colegios. En el colegio público Torre Malmuerta, en la clase de 3 años con 22 láminas y en la de 4 años con 23. En la clase de 5 años del colegio público Fernán Pérez de Oliva se obtuvieron 22 dibujos. En total fueron 67 las respuestas gráficas conseguidas.

9. DESARROLLO DE LAS PRUEBAS

9.1. Introducción

Para llevar a cabo el desarrollo de las pruebas, me planteé en un primer momento ponerme en contacto con tres profesoras de dos colegios de Educación Infantil y Primaria de la capital cordobesa: el C. P. Fernán Pérez de Oliva y el C. P. Torre Malmuerta. Estos centros están situados en dos zonas distintas y alejadas entre sí: el primero en el barrio de Fuensanta-Santuario, y el segundo en el centro de Córdoba, muy próximo a la Plaza de Colón. Los niveles sociales y culturales de las familias de los niños que acuden a ambos centros son bastante distintos, aunque, como veremos, no afectan de un modo significativo a la investigación.

Una vez visitados, y tras hablar previamente con los directores, tuve varios encuentros con las profesoras, María del Carmen, perteneciente al colegio Fernán Pérez de Oliva, y Charo y Pura que eran las responsables en el colegio Torre Malmuerta.

Una vez que estrechamos lazos y comprendieron el significado del trabajo, les planteé las actividades que pensaba realizar en el aula. En estos encuentros, recibí información acerca de las características de los pequeños, y de los aspectos más significativos que realizaban en sus tareas; más tarde, acordamos un calendario para desarrollar a lo largo de dos años, durante el cual, una vez a la semana, o cada dos semanas, yo iría a la clase para llevar a cabo las distintas pruebas.

Me pareció interesante, dada la complejidad que tiene el trabajar con sujetos tan pequeños, de tres, cuatro y cinco años, llevar un diario o cuaderno de campo, en el que pudiese anotar lo que diariamente iba realizando en clase, así como cualquier aspecto que me pareciera de interés, ya que la mera observación era insuficiente, debido a la gran dificultad que plantea el comprender el significado profundo de los grafismos y los dibujos. De esta forma, entendía como necesaria una investigación de tipo cualitativo, integrada en la observación participante, lo que me permite un seguimiento amplio y flexible.

Para llevar con coherencia el diario de campo, destaco aquellos aspectos que considero más relevantes de las distintas observaciones y anotaciones, que recogí a lo largo de los dos años que duró mi visita a los centros, para presentar las pruebas a los

alumnos de infantil. También transcribo algunos de los comentarios de los alumnos que realizaron al plantearles las distintas pruebas, junto a algunas de las reflexiones y aclaraciones que intercambiamos las profesoras y yo.

Para dar coherencia al trabajo y hacer más fluida y eficaz la lectura, creo que es mejor presentar agrupadas las pruebas realizadas durante este tiempo, para de esta forma evitar repetir alguna explicación acerca de la descripción de escenarios en los que se desarrollaron las distintas actividades, de las dinámicas llevadas a cabo en el aula o del trabajo que realizaron los niños.

Por último, señalar que, para presentar los aspectos más destacados del diario, me planteé agrupar las pruebas de acuerdo con los distintos objetivos que me había propuesto, y teniendo también en cuenta las edades de los pequeños. Así, las mismas serían:

- a) *Sin modelo previo*: Tema libre. Regalos de los Reyes. La casa. La casa con árboles. La casa y objetos. El colegio. La familia. Árboles en una montaña. El tren.
- b) *Modelos bidimensionales no figurativos*: Continuidad de líneas. Reproducción de formas. Círculos. Cuadrado y punto-líneas-cuadrado. Punto dentro de cuadrado-círculo. Forma especular.
- c) *Modelos bidimensionales figurativos*: Chimenea y humo. La caja. La mariposa. La antena.
- d) *Modelos bidimensionales no figurativo-figurativo*: Relación forma-figura.
- e) *Modelos tridimensionales*: Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide.

9.2. Tema libre

El interés que tenía al presentar estas pruebas se basaba, principalmente, en que formaban parte de la motivación inicial con la que hay que abordar cualquier experiencia educativa, ya que era mi primer contacto con el grupo de alumnos, y me pareció importante comenzar con un tema que para ellos fuera asequible. Además, me permitía conocer y analizar cuáles son los grafismos que realizan los niños y niñas de Educación Infantil de forma espontánea en sus trabajos, así como las combinaciones que elaboran entre los distintos dibujos.

Para comenzar a trabajar en Educación Infantil en la edad de tres años, a las profesoras, Charo y Pura, del colegio Torre Malmuerta, al director de la tesis y a mí, nos pareció significativo iniciar la actividad con un dibujo libre, en el cual los sujetos de la investigación pudieran representar lo que ellos quisieran. Este primer acercamiento a niños tan pequeños serviría para que me conocieran, para motivarles con un trabajo que pudieran hacer sin problemas y para que perdieran el miedo y la inseguridad al comenzar una nueva actividad con una persona (en mi caso, como investigadora), que les era desconocida. Supuso, pues, una primera toma de contacto con temas cercanos y atractivos para ellos.

Debido a que el desarrollo de la sesión fue muy similar en los dos grupos de tres años, solamente describo uno de ellos, con el fin de evitar repeticiones innecesarias.

Día 27 de Noviembre 2001. Grupo de tres años

Este fue el primer día que visité la clase de tres años, por lo que, al entrar, fueron muchos los pequeños que se volvieron para mirarme con curiosidad. Su profesora, Pura, aprovechó su interés hacia mí para presentarme y explicarles cuál sería mi labor en la clase.

“Niños”, comenzó diciéndoles, “esta profesora es la señorita Rosario, que vendrá algunos días para trabajar con nosotros. Ella está haciendo un trabajo muy importante para la Universidad, y quiere que le ayudemos con algunos de los dibujos tan bonitos que hacemos. Cuando tenga muchos, hará un libro con algunos de ellos, un libro muy grande que luego todos podremos ver”. Cuando Pura acabo, yo me presenté y comencé a charlar con ellos.

Como casi todos los días, los pequeños estaban sentados en asamblea y comentaban los temas más importantes del día anterior; esto es importante porque les permite y enseña a mantener el silencio, guardar el orden de palabra, aprender a escuchar, valorar la opinión de los demás... todo de gran importancia en este periodo, ya que así desarrollan hábitos de conducta y comportamientos, uno de los caballos de batalla en estas edades.

Una vez que terminaron y cada uno volvió a su sitio, le comenté a Pura que sus alumnos iban a realizar un dibujo libre, que me permitiría conocer cuáles son los grafismos que realizan de manera voluntaria, cómo los combinan, cómo los distribuyen en la hoja, y, también, porque de esta forma cogerían confianza en sus producciones (algunos niños me dijeron que ellos no saben dibujar, o que sus dibujos son feos). A la

profesora le pareció bien, y me sugirió que utilizaran las ceras de colores, con las que ya estaban trabajando, para que los resultados fuesen más atractivos para los pequeños. Coincidimos en ello, por lo que no hubo ningún inconveniente en iniciar el trabajo.

Les repartí una hoja a cada uno y les dije que podían dibujar lo que quisieran, lo que más les gustase. Algunos me hicieron preguntas del tipo: “¿Puedo dibujar mi dinosaurio?”, comentó José Antonio; “Eso es muy difícil, pero si te gusta claro que lo puedes hacer”, le respondí; “Yo voy a dibujar un sol”, dijo Ana, y poco a poco todos comenzaron a trabajar.

Algunos se lanzaron rápidamente a trazar líneas por el papel; a otros les costó más el inicio, ya que pensaban mucho lo que iban a hacer, y miraban a los compañeros de la mesa buscando ayuda. Por mi parte, fui pasando por las mesas animando a unos y otros, comentando lo bien que lo estaban realizando, preguntándoles qué habían dibujado y marcando con una pequeña flecha la posición de las láminas. Cuando todos hubieron terminado, recogí las hojas, les di las gracias por los dibujos tan bonitos que me habían hecho, y me despedí de todos hasta el próximo día.

9.3. Regalo de Reyes

Día 9 de Enero de 2001. Grupo de tres años.

El segundo tema que trabajé con la clase de tres años fue tras las Navidades, ya que mi segunda visita a este grupo coincidió con el inicio de las clases después de las vacaciones, por lo me pareció que plantearles algo relacionado con los Reyes Magos sería un tema cercano que les interesaría, les motivaría y del que querrían hablar y dibujar.

Al llegar a clase, estaban sentados en asamblea comentando las vacaciones y, cómo no, los regalos que habían tenido. Al verme entrar, y tras saludarles con un “Hola, buenos días”, muchos de ellos se volvieron a mirarme y me respondieron: “Buenos días, señorita”, “Hola”, y expresiones parecidas. Me senté junto a su profesora, Charo, y continuamos hablando con ellos acerca de las vacaciones, de las cosas que habían visto y hecho, y de los regalos que les habían traído los Reyes Magos.

Cuando terminamos, les propuse que me dibujaran en una hoja los regalos que habían recibido. Al dárselas, observé que muchos de los pequeños no sabían cómo comenzar a realizar sus dibujos, ya que cogían el rotulador y, rápidamente empezaban a hacer trazados que, muchas veces, no tenían relación con el tema planteado; otro grupo no

tenía muy claro lo que había plasmado, ya que al preguntarles acerca de la que habían hecho, no sabían responder, o decían lo mismo que sus compañeros de mesa, o lo primero que se les ocurría.

De todos modos, el interés de la prueba residía en que era una de las primeras tomas de contacto con el grupo, en la que podíamos observar las formas y relaciones geométricas que nacían, de manera espontánea y natural, los garabatos y primeros dibujos (a partir de puntos, líneas, formas cerradas, diagramas, agregados...). De este modo, vimos, en las distintas producciones garabatos superpuestos, grafismos que se repetían con una cierta regularidad, ya que existía la tendencia a rellenar las formas cerradas...En general, esta prueba fue bastante satisfactoria.

Día 15 de Enero de 2002. Segundo grupo de tres años

Después de las vacaciones de Navidad, a este grupo de tres años les planteé el tema de los regalos de los Reyes Magos. Ellos ya me conocían, puesto que empezamos a trabajar en el mes de noviembre, y, por mi parte, comenzaba a tener con ellos una buena relación y un trato cercano y de confianza. Por tanto, al llegar al aula después de las vacaciones, los pequeños, que estaban en asamblea, se dirigían también a mí para hacerme participe de sus conversaciones.

Le indiqué a la profesora, Pura, el tema que les iba a proponer, y para motivarles, le dije a los alumnos: “La señorita Rosario no conoce los regalos tan bonitos que los Reyes magos os han traído, ¿os gustaría contárselo?”. Todos respondieron que sí, y comenzaron a contarme sus regalos. “A mí me han echado una máquina de escribir”; “¿Y tú sabes hacer eso tan difícil?”, le pregunté; “Mi mamá me está enseñando”, me respondió; “Tu mamá es muy lista, ¿verdad?”, le dije; “¡Sí que lo es!”, exclamó muy contenta (esta niña, Isabel, dibujó muñecas y la máquina de escribir, que realizó agrupando varios círculos en dos líneas).

Después de un tiempo considerable, pues todos querían contarnos cuáles habían sido sus regalos de Navidad, les repartí un folio y comenzaron a representarlos con ceras de colores. Al igual que en la otra clase de tres años, iba pasando por las mesas para ver los dibujos y señalar con una pequeña flecha el sentido de la hoja al escribir; también les preguntaba lo que habían plasmado, y lo fui anotando en cada hoja. Los resultados fueron muy buenos ya que, excepto el caso de tres o cuatro niños que no sabían qué hacer (aunque finalmente lo intentaron y realizaron pequeños trazados), el resto trazó los dibujos muy motivados, obteniéndose grafismos muy interesantes, algunos de los

cuales tenían un gran parecido al original. Me despedí de los pequeños hasta el siguiente día.

9.4. La casa

Días 9 Enero de 2000 y 22 de Enero 2002. Grupos de tres años

[Previamente, quisiera indicar que el tema de la casa lo llevé a cabo con las dos clases de tres años. Como la presentación y el planteamiento los realicé de forma similar, y para evitar repetirme innecesariamente, voy a unificar los dos grupos.]

Al entrar en clase, encontré a los alumnos atendiendo las explicaciones de su profesora acerca de las estaciones del año, y en especial la del invierno, estación en la que nos encontrábamos. Inicialmente, les saludé y me senté en un rincón hasta que terminó la exposición del tema y las distintas preguntas que los pequeños hacían a su “seño”. Me acerqué a ella y, mientras los niños recogían y se sentaban en sus sillas, le indiqué a Pura el tema que iban a trabajar sus alumnos, que, en esta ocasión, era el dibujo de la casa.

Antes de repartirles las hojas, y como motivación inicial, les pregunté si ellos sabrían dibujar una casa. La mayoría me respondió que sí. Entonces continué interrogándoles: “¿Cómo se dibuja una casa?”. Todos participaban y comentaban: “Hay que poner un tejado”; yo seguía con las preguntas: “¿Y las ventanas?”, “¿Y una puerta?”...Una vez que se encontraban motivados por el diálogo mantenido, les repartí los folios y les sugerí que dibujasen una casa, pero que fuese muy bonita. Repartimos rotuladores y comenzaron a trabajar.

Observé que, a pesar de que todos sabían lo que es una casa y cuáles eran sus elementos, a la mayoría, no obstante, le costaba mucho empezar, y cuando lo hacía, optaba por representar recintos cerrados (algunos con personas en el interior, generalmente, decían sus autores, que eran niños o los papás), en el que aparecían, normalmente, puertas y ventanas de muy distintas formas. Hubo casas muy grandes, ocupando todo el papel, trazadas con un gran rectángulo o cuadrado o forma irregular, dentro de las cuales abundaban los puntos, círculos, líneas en zig-zag, cuadrados o triángulos que representaban los distintos elementos señalados anteriormente. Solamente, tres o cuatro de los dibujos de las casas tuvieron una gran similitud con las que realizan los niños mayores: un triángulo para el tejado, cuadrados o rectángulos para las paredes, ventanas realizadas con cuadrados, rectángulos o triángulos, chimeneas con humo...

Día 31 de Octubre de 2000 y 14 de Noviembre de 2001. Grupos de cuatro años

Este fue el primer día que acudí a las clases de cuatro años. Los niños no me conocían, por lo que mi primera actividad fue presentarme y explicarles por qué iría a su clase varias veces durante los próximos dos años. Al entrar a las aulas, algunos me preguntaban: “¿Tú eres una ‘profe’ nueva?”, y sus “seños”, Charo (en su clase me voy a basar para describir el desarrollo de la sesión) y M^a Carmen, muy amablemente les mandaban callar y les respondían que, efectivamente, era una profesora nueva, que iría a la clase varias veces para que entre todos me hicieran algunos dibujos muy bonitos con los que luego yo confeccionaría un trabajo muy valioso para la Universidad.

Se pusieron muy contentos porque iban a participar en algo importante y comenzaron a hablar entre ellos (era un grupo encantador, muy cariñoso, y siempre dispuesto a realizar cualquier tarea, pero hablaban mucho entre sí y había que mandarles callar mientras se hacían las explicaciones de cada prueba). La “seño” volvió a pedir silencio y aproveché esta oportunidad para presentarme y explicarles la actividad que iban a desarrollar.

El tema que tenían que trabajar consistió en dibujar una casa, cualquier tipo de casa. Mi intención con esta prueba era conocer las figuras geométricas que más utilizaban en sus dibujos y las combinaciones que hacían con ellas, así como analizar las relaciones geométricas básicas -dirección, sentido, horizontalidad...- y las relaciones topológicas más significativas -derecha, izquierda...-.

Los pequeños, quizá porque aún no estaban acostumbrados a mi presencia en el aula, me miraban y hablaban entre ellos. La “seño” muy amablemente, les mandó sentarse y les indicó que me atendieran, ya que “eran unos niños y niñas muy buenos, y que trabajaban estupendamente”.

Dediqué unos minutos para explicarles lo que querían que me dibujasen, y para que todos pudiesen hacerlo bien, ya que algunos manifestaron que no sabían representarla y que era muy difícil, estuvimos hablando acerca de qué era una casa y qué elementos tenía; casi todos me hablaron de las puertas, ventanas, tejados, chimeneas... Les repartí un folio en blanco a cada uno y les pedí que me hiciesen una casa muy bonita. Les dimos lápices rojos y azules con los que ya trabajaban, y cada uno comenzó a realizar su dibujo. Mientras lo hacían, yo iba paseando entre las mesas comentando a cada uno lo

bien que lo hacían; ellos se ponían muy contentos y, de vez en cuando, me volvían a llamar para que viese lo bonito que les estaba quedando.

Comprobé que algunas de sus producciones todavía pertenecían a la etapa del garabateo, mientras que las demás a la preesquemática. También pude observar algunos dibujos que me llamaron la atención, puesto que trazaron un plano de la casa con las distintas habitaciones; en otros, los pequeños se dibujaron a ellos mismos dentro o al lado del edificio que habían realizado. Abundaban los triángulos para el tejado, las casas rectangulares, las escaleras hechas con pequeños rectángulos unidos, las chimeneas... Casi todos representan el cielo, el sol, las nubes, árboles..., algunos también añadieron chimeneas, antenas, plantas, escaleras o piscinas.

Cuando acabaron el trabajo, me lo fueron entregando de uno en uno, y aproveché para alabar lo que habían hecho y para que me explicasen lo que habían realizado. En realidad esta primera prueba que hice en la clase era una toma de contacto con los alumnos, que les permitió conocerme (y yo un poco a ellos), y que les hizo darse cuenta de que los dibujos que yo les iba a proponer no eran difíciles.

En estos trazados, y comparándolos con los alumnos de tres años, se podía observar una mayor atención. Los niños se cansaban menos, estaban más motivados y eran conscientes (bastantes de ellos) de que las figuras que estaban haciendo debían tener un cierto parecido con la realidad.

Día 28 de Noviembre de 2000. Grupo de cinco años

[A este grupo de cinco años le planteé dibujar el tema de la casa; lo hicieron uno de los primeros días en los que asistí a su aula, y por tanto me pareció que sería un tema interesante, que los pequeños saben y les gusta realizar, por lo les daría confianza ante pruebas más “difíciles”, y que me permitiría conocer un gran número de aspectos acerca de sus grafismos.]

El día 28 de noviembre, al llegar a clase, los alumnos estaban haciendo puzzles; les saludé y me acerqué a la profesora, Pura, para comentarle el dibujo que me iban a hacer durante la sesión de hoy. Mientras tanto, niños y niñas terminaban con sus tareas, recogían los puzzles, y se sentaban en sus sillas a la espera de la actividad que les iba a proponer. Antes de empezar, también estuvimos dialogando acerca de los diferentes elementos de la casa, como las ventanas, puertas, escaleras... La mayoría vivía en bloques de edificios, por lo que también nombraron el ascensor, la azotea, y demás

zonas comunes a todos los vecinos. También citaron las casas unifamiliares con jardines.

Luego les di una hoja y les dije que tenían que dibujar la casa que ellos quisieran; la mayoría respondió que eso era muy fácil, y que ellos podían hacerlas muy bonitas. Les repartimos los lápices y cada uno comenzó el trabajo. Mientras lo realizaban, me llamaban continuamente para enseñarme como les estaba quedando el dibujo: “Seño, ¿te gusta?”, “Está muy bonito Nuria”, “Seño ven, mira, he dibujado muchas ventanas en mi casa porque es muy grande”, “Y yo he dibujado un columpio, míralo”, decía Cristina, “Y yo flores” dijo Francisco. En general les gustó hacer la prueba; a mi modo de ver porque el tema les motiva y tenían total libertad a la hora de trazar los elementos que ellos quisieron.

A medida que iban terminando, tal como les había indicado, cada uno le ponía su nombre y me iban entregando el trabajo. Una vez recogidos, nos despedimos hasta el siguiente día.

9.5. La casa con árboles

Día 27 de Noviembre de 2001. Grupo de cuatro años

El 27 de noviembre fue el segundo día que acudí a la clase de cuatro años. Los pequeños, que estaban reunidos en asamblea, eran muy cariñosos y cuando llegué al aula muchos se volvieron y me saludaron. Les hice un gesto con la mano y les indiqué por señas que continuasen con lo que estaban haciendo. Cuando terminaron, me acerqué a Charo, su profesora, y le expliqué que la prueba que iban a realizar era un dibujo de una casa. Mientras le comentaba esta tarea, los niños se dirigían a sus sillas y se iban sentando.

Antes de comenzar, les hablamos acerca de qué es una casa, qué elementos tiene, quiénes viven en ellas, al tiempo que charlamos acerca de los árboles que hay en la calle cerca de las casas. Para verlos bien, nos acercamos a las ventanas y los observamos con detenimiento: algunos son muy altos, otros más bajitos, algunos tienen hojas y a otros se les están cayendo porque estamos en otoño.

Les pedí que me hicieran un dibujo muy bonito de una casa, la que ellos quisieran. “¿Puede ser la mía?”, preguntó María, “Claro que sí”, le respondí; Alejandro me indicó si él podía dibujarse dentro de su casa, a lo que le respondí que si a él le gustaba, me

parecía una idea estupenda. Les repartimos un folio en blanco, al tiempo les dábamos ceras de colores. Una vez que tenían los materiales, comenzaron a dibujar.

En general los resultados son buenos, pero hay un pequeño grupo de sujetos que no saben hacerlo, se muestran inseguros y ni siquiera se atreven a comenzar, por lo que me acerco a ellos e intento convencerlos de que también les va a salir un buen trabajo; finalmente se deciden a empezar, pero algunos realizan un dibujo que nada tiene que ver con el tema planteado (dibujan un barco, una papelera o una serpiente) o bien hacen dibujos de varios recintos cerrados que luego colorean. Frente a estos trabajos, otros hacen unas casitas muy agradables, con varios colores, el sol, varios árboles, chimeneas con humo, e incluso ellos mismos representados dentro o al lado de la casa.

9.6. La casa y los objetos

Día 11 de Diciembre de 2000. Grupo de cinco años

El segundo día que acudí a esta clase de cinco años, les volví a plantear el tema de la casa, aunque con pequeñas diferencias. Realicé la prueba de forma parecida a la anterior. Antes de repartirles los folios y comenzar a dibujar, estuvimos charlando y comentando las cosas que había cerca de las casas, para que, de este modo, se sintieran motivados.

Mantuvimos una charla muy amena, puesto que casi todos los pequeños querían intervenir. (Pura, su “seño”, me había comentado en otra ocasión anterior que sus alumnos eran muy participativos y siempre estaban dispuestos a cooperar en clase). Sacaron a relucir muchos elementos relacionados con el tema que les había propuesto, de modo que la mayoría aparecen en las pruebas que hicieron. También cabe destacar que prácticamente la mayor parte de los niños y niñas que participaron se representaban a ellos mismos o a sus familias, junto a la casa o dentro de ellas. Asimismo, casi todos hacen flores y árboles; animales, generalmente pájaros, aunque aparecen también perros y gallinas; el sol y las nubes. Como aspecto curioso, me gustaría destacar que hubo dos niñas que dibujaron un tendedero con ropa colgada, realizados de una manera muy simpática.

Al igual que con la prueba anterior, al terminar los dibujos, les pusieron el nombre y me los entregaron. A algunos de ellos les pregunté acerca de ciertos elementos que aparecían en sus producciones, los cuales eran difíciles de identificar. Les di las gracias a todos y me despedí de ellos.

9.7. El colegio

[Esta prueba la presenté en los dos cursos de cuatro y cinco años, que anteriormente habían realizado el tema de “la casa”. Les gustó tanto hacer estos dibujos y los resultados fueron tan variados e interesantes, que al director de la tesis y a mí nos pareció conveniente plantear a estos sujetos el tema de “El colegio”, ya que también era una temática cercana que serviría para motivar a los alumnos. Otro aspecto que nos interesaba analizar era si existían diferencias en la representación de edificios distintos y ver que elementos diferenciadores incluían. Para no extenderme demasiado y evitar repeticiones innecesarias, ya que la prueba se realizó de manera similar, me voy a referir solamente a uno de los cursos en los que llevé a cabo esta actividad, concretamente una de las clases de cinco años.]

Día 9 de Enero de 2001. Grupo de cinco años

Justo después de las vacaciones de Navidad, retomé mi labor investigadora en la clase de cinco años. Nada más llegar al aula, saludé a los pequeños y me acerqué a Pura para desearle un feliz año, pero casi ni pudimos hablar debido a que niños y niñas se fueron acercando a nosotras para contarme los regalos que les habían traído los Reyes Magos. Por tanto, decidimos dedicar unos minutos para charlar sobre este tema, aunque ya lo habían hecho el día anterior con su profesora.

Después de unos minutos, cuando conseguimos que todos se sentasen y estuviesen en silencio, les planteé el tema de dibujar el colegio. Para motivarles y darles confianza, antes de comenzar esta actividad, estuvimos comentando qué es un colegio, cómo es y qué hacemos en él. Las respuestas fueron muy variadas: “Es donde venimos a aprender”, dijo Azahara; “También jugamos y hacemos fichas con la seño”, comentó Jaime; “Y es muy grande”, añadió José María. Comentamos cuáles eran los distintos elementos del colegio: “Las clases con muchas mesas y sillas para que nos sentemos todos”, y “Con una pizarra muy grande para que la seño escriba y haga dibujos”, “Y también hay un patio muy grande donde corremos y jugamos”... Poco a poco, fueron enumerando las partes del colegio, incluidas las porterías de fútbol, las farolas o las ventanas.

Concluido lo anterior, les repartí una hoja en blanco a cada uno, y con lápiz de grafito comenzaron a dibujar. Algunos empezaron con bastante facilidad, pero hubo otro grupo que no sabía cómo iniciarlo; me acerqué a ellos con la intención de hacerles ver que ellos también podían.

Algunos de los pequeños dibujaron el interior del colegio, representando una clase con la mesa y silla de la profesora, y mesas más grandes con varios asientos alrededor para ellos. Trazaron también la pizarra, con letras y números, ventanas, el sol, pájaros, nubes... Otro grupo representó el exterior de un gran edificio con muchas ventanas y un gran patio con las pistas, porterías, farolas y canastas de baloncesto.

La mayoría de los alumnos que realizó el dibujo del exterior del edificio del colegio, lo diferenciaban de la representación de la casa por el tamaño (el colegio era más grande y con más ventanas) y por el tejado, ya que en la casa, solían utilizar un triángulo, mientras que en el colegio, ninguno lo utilizó.

Cuando iban terminando, se acercaban para enseñarme sus trabajos y comentarme lo que habían hecho. Después de manifestarles lo bonitos que estaban, los iba recogiendo, les daba las gracias, y al terminar, me despedí hasta el siguiente día.

9.8. La familia

Día 22 de Marzo de 2001. Grupo de tres años

La mañana del 22 de marzo, salgo corriendo de casa puesto que tuve un problema con el coche y no conseguí arrancarlo. Después de un buen rato intentándolo, y mientras voy pensando que tendré que cambiarlo, pues está bastante viejo, me dirijo a la parada de autobús y espero durante un buen rato hasta que llegó. Por este motivo, aparecí tarde en clase, y al entrar corriendo por los pasillos del colegio, me crucé con varios alumnos con los que casi tropiezo.

Al entrar en clase, también corriendo y acalorada, saludé a los niños y a la profesora, y casi todos me preguntaron qué me pasaba; se lo estuve explicando, y, ya más tranquila, le comenté a Charo la prueba que iba a realizar sus alumnos.

Decidimos entre las dos que sería bueno que hicieran la actividad de hoy fuera de la clase, en una sala más pequeña que es utilizada como sala de reuniones y tutorías por las distintas maestras de Educación Infantil. Esta sala, situada a escasos metros del aula, tiene una gran mesa redonda con varias sillas alrededor, y a ella fueron yendo los niños en grupos de cinco a ocho alumnos; grupos que ya funcionaban en clase, y cada uno de los cuales tiene un color que lo identifica: verde, rojo, azul, etc.

Los niños salían de clase por grupos, y ya en la sala de tutorías estuvimos dialogando acerca de lo que es una familia, los miembros que la componen... puesto que la profesora anteriormente me había indicado que muchos alumnos no tenían claro el

concepto de familia. Después, les repartí una hoja, les dejé escoger el color del rotulador que quisieron, e hicieron los dibujos.

Cuando acabaron, me iban indicando a quiénes habían representado. Algunos solo hicieron a un personaje, otros dibujaron a varios y un tercer grupo de alumnos se limitó a realizar garabatos, esto debido a que en esta edad algunos niños se encuentran en el inicio de la figuración, mientras que otros realizan sus dibujos a base de arabescos, círculos y formas circulares continuas, espirales, figuras ovoides.... En general, los pequeños suelen plasmar a todas las figuras iguales, con el mismo patrón, cambiando únicamente el tamaño y el lugar de la hoja en el que sitúan cada elemento.

Día 13 de Marzo de 2001. Grupo de cuatro años

Este día, al llegar al aula, los alumnos estaban terminando unos ejercicios de preescritura, consistentes en picar unas figuras con un punzón de manera que las cortaban, y luego las pegaban en una hoja formando un puzzle. Estos ejercicios les permitían presionar, frenar y aprender a asir con más fuerza y control los dedos de la mano, especialmente el índice y pulgar.

Mientras terminaban, me acerqué a Mari Carmen, su profesora, y le expliqué el trabajo que iban a realizar: un dibujo de la familia en el campo, con flores, árboles, el sol, etcétera, para poder analizar cuáles son las figuras que plasman de forma espontánea, cómo las combinan y la distribución de los elementos en la hoja o espacio topológico. Le pareció interesante y me sugirió la conveniencia de hablar antes de la familia y los miembros que la integran, ya que entre los alumnos se podían encontrar familias muy numerosas (padre, madre, varios hermanos y hermanas, abuelos...) y otras de solamente dos o tres miembros. Estuvimos charlando acerca de la familia, de las distintas familias que existen, así como de los miembros que la forman. Una vez que tuvieron claro el tema, les repartí una hoja en blanco para que me representaran cada uno la suya.

En general, pude observar que disfrutaban haciendo esta prueba, y, de vez en cuando, me llamaban para decirme a quiénes habían trazado. También incluyeron en sus producciones otros muchos elementos, como árboles, el sol, nubes, flores, frutos, animales... Algunos dibujaron a la familia dentro o al lado de su casa, ya que son dos elementos muy relacionados.

9.9. Árboles en una montaña

Día 5 de Febrero de 2002. Grupo de cinco años

A este grupo de cinco años le planteé una prueba para conocer si tenían afianzado el concepto de paralelismo y, en caso afirmativo, cómo lo representaban. Para ello les preparé una actividad en la que, dentro de la lámina, tracé el contorno de unas montañas, de modo que ellos tuvieran que dibujar árboles a lo largo de esta silueta.

Al llegar a clase, y tras saludar a los todos, me acerqué a su profesora, Mari Carmen, y le comenté la prueba que harían sus alumnos. Los niños, por su lado, iban terminando el trabajo que estaban realizando con ella, le ponían el nombre y lo guardaban en sus carpetas. Los primeros que lo acabaron, se acercaban a nosotras porque tenían curiosidad por conocer qué iban a efectuar durante la sesión.

Cuando todos terminaron, se sentaron y se dispusieron a atenderme. Les enseñé la hoja y algunos preguntaron: “¿Eso que es?”. Les aclaré que era una montaña, pero que un gran fuego había quemado todos los árboles y ahora los animales no tenían donde vivir. Al escuchar semejante explicación, muchos dijeron que era una pena: “Pobrecitos los árboles, las plantas y los animalitos”. Como solución, les sugerí que ellos podían dibujar muchos árboles y hacer un gran bosque para los animales. Tras esta explicación, se pusieron muy contentos, y todos querían una hoja. Antes de dársela, les indiqué dónde tenían que hacerlos: justo en el contorno de las montañas.

Se pusieron rápidamente a trabajar. Trazaron muchos árboles y de todo tipo. Bastantes de ellos dibujaron un sol sonriente: “Porque estaba contento de que hubiese otra vez un bosque con tantos árboles”, me explicaron. Casi todos querían darle color a la hoja, pero les dije que no podían hacerlo. “Quizá la próxima vez”, les indiqué para que no se sintieran defraudados, ya que les gusta mucho colorear.

El trabajo de hoy les encantó a todos. Lo hicieron con mucho interés y esfuerzo, ya que algunos llegaron a dibujar más de treinta árboles; incluso, uno de ellos llegó alcanzó la cifra de cuarenta y cuatro.

9.10. El tren

Día 19 de Diciembre de 2000. Grupo de cuatro años

Hoy he asistido a la clase de cuatro años un poco más tarde porque estaban ensayando las actuaciones de la fiesta de Navidad. Al entrar en clase y saludarlos, observé que

estaban nerviosos y excitados, tanto por el ensayo como por las próximas vacaciones. Mientras tanto, me acerqué a Mari Carmen para comentarle la prueba que iban a hacer hoy, lo que dio lugar a que los pequeños fueran poco a poco calmándose y sentándose en sus sillas.

El trabajo que tenían que realizar en esta ocasión consistía en dibujar el tren con sus vías. Esta idea surgió porque, algunos días antes, habían ido a conocer la estación. Niños y niñas fueron dando un paseo por las distintas instalaciones. Incluso llegaron a montarse en un tren. Quedaron bastante impresionados ya que para muchos fue la primera vez que subían a este medio de transporte. Esta experiencia dio lugar a que tanto al director de la tesis como a mí nos pareciera interesante utilizarla este tema con el fin de conocer la noción de paralelismo de los pequeños.

Cuando los niños se hubieron sentado, les recordé la visita que habían hecho anteriormente a la estación. Todos querían hablar y contar lo que habían visto. Estuvimos dialogando acerca de cómo eran los trenes, y también de cómo eran los “caminos” por los que circulan. “Muy largos, muy largos, que no acaban nunca”, decían. Entonces les propuse que representasen los trenes y los caminos por los que se desplazan.

Les repartí una hoja en blanco, y con lápices rojos y azules, los mismos con los que estaban trabajando, comenzaron los dibujos. Pude observar que algunos dudaban a la hora de plasmar los trenes y me llamaban para decirme que no sabían cómo hacerlos. Al final hicieron una especie de casa con puerta y ventanas, y con el tejado en forma de triángulo. Las vías, no obstante, fueron mucho más fáciles para todos, apareciendo ejemplos bastante interesantes y curiosos.

Algunos, quizá recordando su visita a la estación, se dibujaron dentro de los vagones. Como era habitual, me llamaban continuamente para enseñarme las figuras que iban realizando, y para que les dijera lo bonitos que estaban, buscando mi aprobación. Cuando terminaron, los que sabían pusieron el nombre a la prueba (a los demás se los puse yo), recogí las hojas y me despedí de ellos hasta el siguiente día.

Día 23 de Enero de 2001. Grupo de cinco años

La mañana de ese 23 de enero llegué a clase un poco más tarde de lo habitual. Estaba lloviendo y había un tráfico horrible, motivo por el que me retrasé algo más de media hora. Entré en el colegio casi corriendo, y al llegar al aula observé a los pequeños que

estaban realizando unas fichas de prescripción. Me extrañó ver que todos estaban muy concentrados y, prácticamente en silencio, mientras elaboraban su trabajo.

Les saludé y me acerqué a Mari Carmen, su profesora, para preguntarle qué había ocurrido. Me explicó que, como yo tardaba un poco en llegar, había decidido empezar con una ficha de picado, y que, para impresionarme cuando llegara, entre todos acordaron estar en silencio y trabajando, de este modo “me darían una gran sorpresa”. Y me la dieron, ya que era una clase encantadora, pero bastante charlatana.

Una vez que terminaron con la tarea anterior, les presenté la prueba que quería que realizaran, que consistía en dibujar las vías del tren. Anteriormente, Mari Carmen había explicado en clase los medios de transporte. Por otro lado, me indicó que algunos de sus alumnos habían viajado en tren, por lo que no les era totalmente desconocido. Para motivarlos, estuvimos comentándoles cómo era, y, sobre todo, por dónde circulaba un ferrocarril. De forma parecida a lo que ocurrió en la clase de cuatro años, me contestaron que “Por caminos muy largos, con unas rayitas así”, al tiempo que gesticulaban realizando el movimiento con la mano.

Después de esto, les repartí una hoja en blanco, y les dije que intentasen dibujar los trenes y los caminos por los que se desplazaban. Rápidamente comenzaron a trazar (prácticamente todos), en primer lugar las vías del tren, y más adelante, colocaban encima los trenes; parecía que éstos últimos les costaba más esfuerzo representarlos, pero finalmente todos los sujetos lo hicieron, y algunos, con formas curiosas, y muy simpáticas y originales.

Al terminar, les ponían su nombre por detrás, y se acercaban a su “seño” y a mí para enseñarnos sus producciones. Las recogí, les di las gracias a todos, y me despedí hasta el siguiente día.

9.11 Continuidad de líneas

[Esta prueba la realizamos en los dos cursos de tres años, aunque con pequeñas diferencias que comentaré más adelante. Consistía en continuar el trazado de una serie de líneas, la primera una línea recta, la segunda ondulada, la tercera una línea quebrada, y las dos últimas eran cicloides; queríamos conocer si los pequeños son capaces de realizar estas líneas, así como también analizar los procesos motrices conducentes a las relaciones geométricas básicas (dirección, sentido, horizontalidad...) y las relaciones topológicas (arriba-abajo...)]

Día 20 de Febrero de 2001. Primer grupo de tres años

Al llegar a clase los alumnos están sentados en asamblea como casi todos los días, comentando lo que habían hecho el día anterior, aunque hay una pequeña diferencia, puesto que la profesora, Charo, les estaba hablando de uno en uno para que todos participasen, ya que algunos pequeños continuamente estaban interviniendo, mientras que otros, los más tímidos, apenas lo hacían. Por tanto, para motivarles y animarles a participar, la “seño” les preguntaba acerca de sus juegos y juguetes favoritos, para luego pasar a cantar una canción sobre ese tema.

Cuando terminaron, y mientras volvían a su sitio, le comenté a Charo la actividad que tenía prevista, por lo que decidimos hacerla en pequeños grupos de cuatro alumnos debido a la dificultad que presentaba para sujetos tan pequeños llevar a cabo una prueba tan compleja y con tantos elementos. También optamos realizarla de esta manera para tener un mayor control del trabajo que realizasen, lo que me iba a permitir señalar en cada hoja el sentido en el que colocaban el papel, por dónde comenzaban a realizar cada trazado, la mano dominante en el uso del lápiz y cualquier otro aspecto de interés.

De este modo, recogí el material que íbamos a utilizar y me fui a la pequeña habitación que hay junto a la clase, que sirve como sala para reunirse las profesoras, y allí esperé a los niños y niñas, que llegaron en pequeños grupos. Realizaron la prueba y, una vez acabada, volvieron a su clase. Y como estaban trabajando el color verde en clase con su “seño”, me llevé rotuladores de este color.

Antes de que comenzasen a realizar cada trazo, se los fui presentando de uno en uno, al tiempo que les preguntaba si sabían qué era: con la línea recta me decían que era “una raya” o “una línea”; cuando la línea ondulada apuntaban que eran las olas del mar; la línea quebrada la comparaban con montañas. Donde tuvieron más dificultad fue con los cicloides, ya que decían que era una línea con circulitos arriba o abajo, (algunos de los pequeños lo representaron así).

A continuación, siguieron con el dedo cada uno de los trazados, y luego comenzaron a representarlos de uno en uno; primero continuaron la línea recta, y cuando acabaron, levantaron el rotulador y yo les fui poniendo una pequeña flecha con lápiz indicando el sentido del trazo. Del mismo modo fuimos haciendo el resto de las líneas hasta que terminaron; entonces les di las gracias, les despedí, y se fueron a clase mientras venía el siguiente grupo.

Día 29 de Enero de 2002. Segundo grupo de tres años

Hoy he llegado a la clase un poco más tarde de lo normal, coincidiendo con el recreo, puesto que a la profesora le venía mejor esa hora. Me acerqué al patio para ver a los niños, y muchos vinieron a saludarme y a jugar conmigo. Pasamos un rato divertido, que se cortó cuando comenzó a tocar el timbre, por lo que volvimos a clase. Algunas niñas se acercaron y me dieron la mano camino del aula.

Al llegar, mientras se iban tranquilizando y sentando en sus sillas, le comenté a Pura la prueba que realizaríamos en clase. En líneas generales, era casi igual a la que hice el año anterior en la otra clase de tres años, aunque, en esta ocasión, decidí darles la hoja en blanco y presentarles cada una de las líneas -recta, ondulada, quebrada y cicloides- en folios diferentes. También pensamos utilizar la sala en la que se reúnen las profesoras de Infantil, puesto que, como ya he señalado anteriormente, posee una gran mesa redonda con sillas a su alrededor. Es una sala muy útil para trabajar en pequeños grupos, por lo que la utilicé en bastantes ocasiones.

Los pequeños vinieron a la sala en grupos de cuatro o cinco. Se sentaban mientras yo les iba mostrando, de uno en uno, cuatro folios. En cada uno de ellos aparecía una de las líneas que más tarde ellos tendrían que representar en el papel. Mostrándoles uno de los dibujos, les preguntaba si sabían que era; las respuestas fueron prácticamente iguales a la del otro grupo de tres años: “una línea”, “las olas del mar”, “una montaña”, “el cable del teléfono”... Después de ver cada trazado y de repasarlo con el dedo, les pedí que lo dibujasen con rotulador negro. Cuando habían trazado cada una de las líneas, les indicaba que levantasen el rotulador, para, de este modo y con un lápiz, ir poniendo un número: el 1, la línea recta; el 2, ondulada; el 3 quebrada y, el 4, el cicloide, al tiempo que señalaba el sentido del trazo y cualquier otro aspecto a destacar. Una vez realizada cada una de las líneas, les presentaba la siguiente, y así, sucesivamente, hasta terminar.

9.12. Reproducción de formas

[Esta prueba la llevé a cabo con niños de cuatro y cinco años, aunque con pequeñas diferencias en cada curso. Les presenté a los sujetos una hoja modelo que tenían que copiar en un folio en blanco. Queríamos analizar cómo reproducen las figuras geométricas, teniendo en cuenta el tamaño y la posición, fueran de filas o columnas.]

Día 30 de Enero de 2001. Grupo de cuatro años

Al entrar en el aula aquella mañana, los niños estaban realizando ejercicios de preescritura, pero, según observé, no acababan de ejecutarlos de forma correcta, y continuamente llamaban a la profesora, Mari Carmen, que tenía que borrar gran parte del trabajo que habían realizado. Por eso, cuando me vio se alegró de poder interrumpir esta actividad. Les dijo a sus alumnos que guardasen la ficha que estaban elaborando para más tarde. Después me explicó que hay algunas ocasiones en las que un trabajo les cuesta mucho esfuerzo; pero cuando cambiaban de tarea y volvían a retomarlo lo hacían con más facilidad. Por mi parte, deseaba que así le ocurriese en esta ocasión.

Comenté brevemente con Mari Carmen la prueba, mientras los pequeños guardaban sus trabajos. En esta ocasión, nos pareció conveniente explicar bien despacio y con detalle lo que tenían que hacer.

A cada alumno le daría un folio en blanco para que copiasen de una hoja modelo una serie de figuras geométricas agrupadas en tres “caminos” o filas: uno, el camino de los cuadrados, formado por un cuadrado mediano, uno pequeño, uno grande y uno girado noventa grados; dos, el camino de los círculos, compuesto por un círculo mediano, otro pequeño, otro grande y una forma curva irregular y cerrada; y, tres, el camino de los rectángulos, constituido por un rectángulo mediano, otro pequeño, otro grande y otro apoyado en uno de los lados pequeños.

Antes de darles los folios en blanco para que hicieran las figuras, me situé en la pizarra donde todos me podían ver bien, y les enseñé la hoja de prueba con las diferentes formas. Les expliqué que tenían que dibujar las figuras de esa hoja en otra que yo les daría, y que para que a todos les saliese muy bien, iba a hacer en la pizarra lo mismo que tendrían que hacer luego ellos en su hoja.

Les señalé que había tres caminos, al tiempo que les preguntaba: “En este camino, ¿cuál es la primera figura?”; “Un cuadrado”, respondieron todos; “Y ese cuadrado, ¿es grande, mediano o chiquito?”. Cuando todos comprendieron que era mediano, les indiqué: “Pues en la hoja también tenemos que poner un cuadrado mediano en este sitio”, y dibujé en la pizarra un cuadrado mediano. Hicimos lo mismo con el resto de los cuadrados que componen la primera fila, y, para que comprendieran que el último era un cuadrado girado noventa grados, su profesora les enseñó una figura de madera de forma cuadrada, la giró noventa grados en el aire y les explicó que el cuarto dibujo era un cuadrado que se había girado.

Una vez que lo habían entendido, hicieron grupos de cuatro. A cada uno de ellos, le dimos una de las hojas que servirían como prototipo de copia. Se distribuyeron por toda

la clase sentándose los cuatro niños, uno al lado del otro, en el suelo, para que todos pudiesen ver la hoja en la misma dirección, ya que existía el problema de sentarlos en las mesas, puesto que cada uno tenía orientada la prueba de manera diferente; de esta manera, trabajando en el suelo con más espacio, todos podían ver la hoja orientada de la misma forma.

Algunos niños me llamaban para consultarme si lo que estaban haciendo iba bien o no, y también para preguntarme alguna duda a la hora de dibujar alguno de los elementos. En general los hicieron bastante bien, aunque les costó algo de trabajo, quizá debido a que el número de figuras, doce, resultaba excesivo. De todos modos, estaban contentos de realizar un dibujo “tirados en el suelo”, y no en las mesas y sillas como hacían siempre; este cambio en su rutina les gustó.

Cuando todos acabaron, les pusieron el nombre por detrás a la hoja y me las entregaron. Me despedí de todos hasta el siguiente día.

Día 20 de Febrero de 2001. Grupo de cinco años

Al llegar a clase, niños y niñas estaban realizando unas fichas con la profesora Pura acerca de los Carnavales. En ellas estaba dibujada una careta que tenían que colorear y luego recortar con las tijeras, para más adelante ponerles una pequeña goma, y así, poder usarlas.

Al saludar a Pura, observé que estaba muy atareada, ya que algunos de sus alumnos aún se encontraban coloreando, mientras que otros se encontraban recortando y pidiendo ayuda constantemente. Por tanto, me ofrecí a ayudarle, y entre las dos, conseguimos que todos terminasen. Los pequeños se pusieron las caretas con ganas de jugar. Después de unos minutos, la profesora les indicó que las guardasen y que me atendieran. Poco a poco, se sentaron en sus sillas y se dispusieron a escucharme.

Me situé cerca de la pizarra para que todos me pudiesen ver bien. Les presenté la prueba que iban a realizar, en la que había ocho figuras dispuestas en dos filas: en la primera estaban representados un cuadrado mediano, otro pequeño, otro grande, y a continuación un cuadrado girado noventa grados; debajo, en la segunda fila, estaban dibujados un círculo mediano, otro pequeño, otro grande, y una forma curva irregular cerrada (decidí eliminar la tercera fila de rectángulos, que incluí en la clase de cuatro años, ya que la hoja que presenté a estos niños, con doce figuras, fue complicada y nos pareció que debíamos simplificarla un poco).

Les fui preguntando de modo parecido a como lo hice en la clase de cuatro años: “¿Sabéis qué es esta figura?”; “Sí, es un cuadrado” respondieron; “Muy bien, y este cuadrado ¿es grande, mediano o pequeño?”; “Pues seño, es muy fácil, es mediano ¿no lo ves?”. De forma parecida les fui preguntando por el resto de las figuras.

Después les repartí a cada uno de los pequeños una hoja en blanco. Se distribuyeron en grupos de tres o cuatro de forma que todos podían ver la hoja que tenían como modelo (una por grupo) desde la misma posición. Pura y yo les repartimos los lápices, y les dije que tenían que copiar cada uno en su hoja todas las figuras que aparecían en el modelo. En general, las ejecutaron bastante bien, con un gran parecido con el original.

Hubo un grupo numeroso que hizo los trazados en la parte superior izquierda de la hoja, y en un tamaño mucho más pequeño que el original, seguramente influenciados por las fichas que hacían de lectoescritura con su profesora. El resto pintó las figuras en un tamaño mayor y ocupando toda la hoja.

9.13. Círculos

[El objetivo que nos planteamos, tanto los directores de la tesis como yo, al realizar estas pruebas con los pequeños de tres, cuatro y cinco años, era el de conocer el espacio topológico utilizado por ellos en sus representaciones gráficas (arriba-abajo, izquierda-derecha y centro). Aunque este aspecto se puede analizar en cualquiera de las producciones de los sujetos, nos pareció interesante dedicar una actividad exclusivamente para este aspecto.]

Día 22 de Noviembre de 2001. Grupo de tres años

Al llegar a la clase de tres años, observé que los pequeños estaban con una profesora sustituta, ya que su profesora habitual, Pura, había tenido que asistir a un funeral; por tanto, dediqué los primeros minutos en la clase para saludarles, para presentarme a la nueva profesora y explicarle el motivo de mi presencia en la clase.

Una vez realizado lo anterior, les mostré la prueba que iban a realizar, que consistía en dibujar en un folio un círculo; en otro, dos círculos y, en un tercer folio, tres círculos. No les di ninguna consigna acerca del tamaño, el color o la posición. Hice un ejemplo en la pizarra para asegurarme que todos habían comprendido lo que tenían que elaborar. Los niños trabajaron con ceras de colores como suelen hacer normalmente en clase. Decidí trabajar la prueba en gran grupo, opción que acarreó algunos problemas que más adelante indicaré.

En un primer momento, repartí un folio en blanco a cada uno, al tiempo que les indiqué que no hicieran nada, ya que el primer impulso que tiene un niño de esta edad al darle una hoja en blanco era comenzar a trazar líneas y realizar garabatos.

Cuando todos lo tuvieron, fui pasando por las distintas mesas dibujando en lápiz una pequeña flecha que me indicaría el sentido de la lámina, y después les señalé que realizaran un solo círculo; cada uno lo plasmó donde quiso y con el tamaño que eligió, pero, excepto seis alumnos que los representaron correctamente, los restantes dibujaron más elementos, como otros círculos, barridos, espirales, líneas quebradas, elementos dentro del círculo... Hay que apuntar que los alumnos de tres años son muy espontáneos para imaginar y dibujar cualquier trazado, de ahí que hubiera que indicarles que, una vez terminado cada dibujo, levantasen el lápiz, y además, había que retirarles la prueba lo más rápidamente posible, ya que su tendencia es llenar todo el espacio con diversos grafismos, perdiéndose el dibujo inicial que es el de mayor interés.

Se recogió la primera lámina con un solo círculo, y repetí el proceso. No obstante, observé que, a pesar de que les volví a advertir que no podían representar nada hasta que les hubiese dado la consigna, varios niños y niñas comenzaban a dibujar nada más tener la hoja en blanco delante de ellos. En esta ocasión les dije que hicieran dos círculos (aunque algunos hicieron más de dos).

Para hacer la tercera prueba, en la que tenían que representar tres círculos, y debido a que los alumnos eran muy impacientes y no “podían esperar” la consigna, su profesora y yo decidimos hacerla en pequeño grupo. Para ello, me situé en el suelo, en una esquina de la clase encima de una alfombra, y los niños y niñas venían de tres en tres para realizar los tres círculos; nos sentábamos en el suelo, les repartía el folio, les dibujaba una pequeña flecha indicando el sentido, y les decía lo que tenían que hacer. De este modo, conseguimos que todos, excepto un alumno, realizaran esta prueba de acuerdo con la consigna dada.

Día 22 de Noviembre de 2001. Grupo de cuatro años

Al igual que me ocurrió en la clase de tres años, cuando llegué al aula, observé que la profesora habitual, Charo, no estaba y que en su lugar se encontraba una profesora suplente. Charo llevaba varios días sin acudir a clase porque tenía gripe y debía guardar reposo.

Me acerqué a esta nueva profesora para presentarme y comentarle el motivo de mi visita al aula, y me respondió que ya conocía por sus compañeras de Infantil la labor

que estaba realizando y que, por su parte, estaba encantada de colaborar. Le di las gracias, y esperé mientras los pequeños terminaban la tarea que estaban realizando con ella.

Cuando acabaron y se sentaron en sus sillas dispuestos a atenderme, les indiqué que la prueba que me tenían que hacer hoy “era la más sencilla de todas”. Se pusieron muy contentos, y alguno incluso dijo “¡Bien!”, y dio algunas palmadas.

De forma parecida a como lo hice en la clase de tres años, les repartí una hoja, que cada uno orientó como quiso, por lo cual fui mesa por mesa señalando con una pequeña flecha en lápiz cuál de los lados es utilizado como base. Entonces, todos al mismo tiempo tenían que dibujar un solo círculo: En la segunda hoja dibujaron dos círculos, y en la tercera, tres.

En general lo hicieron bien y, a diferencia de los alumnos de tres años, que intentaban seguir dibujando y rellenar todo el espacio, los de cuatro fueron capaces de esperar la consigna antes de comenzar, y no añadieron ningún “adorno” extra. Mientras estaban realizando la prueba, me iba pasando por las mesas y observé que había un grupo numeroso de niños y niñas que realizaban los trazados con un tamaño más pequeño en la parte superior izquierda. También pude apreciar que tenían una mayor seguridad y dominio en el trazado, lo que es razonable, teniendo en cuenta que tenían un años más.

Día 22 de Noviembre de 2001. Grupo de cinco años

[En la clase de cinco años también realizaron la prueba consistente en dibujar un círculo en una hoja, dos círculos en otra y tres círculos en una tercera. De igual modo, quería saber cómo utilizaban el espacio topológico y las posibles diferencias que pudieran darse con los otros grupos de menor edad.]

Al llegar esa mañana a clase, y tras saludar a los pequeños, me acerqué a “la seño” Mari Carmen, tal como le llaman sus alumnos, y le comenté la prueba que iban a realizar ese día.

Nos pareció adecuado, dado que eran algo mayores, que toda la clase la realizara a la vez en gran grupo. Mari Carmen les indicó que guardasen la ficha que estaban trabajando con ella para más adelante. Cuando cumplieron lo ordenado y se sentaron, me dispuse a explicarles lo que tenían que hacer.

Una vez que todos comprendieron la tarea que tenían que realizar, les dimos un lápiz de grafito a cada uno y, por mi parte, les repartí una hoja en blanco. Cada cual dispuso el folio en la dirección que consideró adecuada, por lo que, antes de comenzar, señalé

con una pequeña flecha en lápiz el sentido de la hoja. A continuación, les indiqué que tenían que trazar un círculo; recalcándoles que solamente uno y ninguna cosa más.

Finalizada la tarea, le dieron la vuelta a la hoja, pusieron su nombre y me la entregaron. Después, les repartí otra para que en ella dibujaran dos círculos. Cuando terminaron esta segunda prueba, les di un tercer folio en blanco para que representaran en él tres círculos.

Con respecto a los resultados obtenidos, pudimos apreciar que, en general, los niños trazaron un solo círculo de gran tamaño (o tamaño medio) en el centro del folio; cuando representaron dos círculos, solían hacerlo en la parte central, con un tamaño medio o grande y alineados; al hacer tres círculos, la mayoría los realizaba con tamaño mediano o grande y alineados de izquierda a derecha, aunque un par de ellos los situaban en forma de triángulo.

9.14. Cuadrado y Punto-líneas-cuadrado

[Esta prueba consistía en copiar una serie de cuadrados con algunos elementos en su interior. A cada sujeto se le repartiría un folio que tenía dibujado en la parte superior cinco cuadrados: el primero estaba vacío, en el segundo había una cruz, en el tercero un aspa, en el cuarto un punto y en el quinto un cuadrado más pequeño. Cada uno debería trazar estas cinco figuras en la parte inferior de la hoja. Con la prueba quería conocer cuáles son las figuras que los pequeños son capaces de copiar; cuáles no son capaces de hacerlo a partir de un modelo, aunque luego sepan dibujarlas espontáneamente, qué figuras cambian cuando no saben copiarla, o cuando lo hacen de forma incorrecta.]

Día 6 de Febrero de 2001. Grupo de tres años

Esa mañana, al llegar al colegio me dirigí directamente al gimnasio, ya que los niños se encontraban haciendo ejercicios de psicomotricidad. Estaban trabajando en pequeños grupos y llevando el ritmo de diversas canciones: más rápido, más despacio... Después la profesora, Charo, iba marcando el compás con distintos instrumentos -pandero, triángulo- para terminar con una cadencia suave que dejó a todos los pequeños tumbados y relajados en el suelo.

Una vez finalizada la actividad, volvimos a clase y, mientras se sentaban en las sillas, comenté con Charo la actividad que iba a plantearles ese día a sus alumnos. Como en otras ocasiones, me sugirió la posibilidad de utilizar la sala de reuniones, para realizar

esta prueba, ya que eran muy pequeños y podían tener problemas para realizarla en gran grupo.

Tras esta sugerencia, recogí los rotuladores de colores con los que estaban trabajando y los folios con las pruebas, y me fui a la sala a esperarlos, ya que venían en grupitos de cuatro. Al principio, y en los primeros días que utilicé esta sala, la mayoría de los pequeños llegaban muy tímidos, muy cohibidos, casi no se atrevían a moverse ni a charlar, quizá porque se les separaba de su profesora, de sus compañeros y de un entorno en el que se sienten seguros. Este aspecto cambió rápidamente cuando me empezaron a conocer a mí y a esta nueva “clase”.

Les presenté a cada uno la hoja que les iba posteriormente a entregar, al tiempo que les pregunté qué veían. La primera figura parecía que resultaba clara: “Es un cuadrado señorita”, me apuntaron; la segunda decían que era una ventana de una casa; la tercera un cuadrado tachado, “porque no vale y se ha equivocado”, según pude recoger de sus manifestaciones; la cuarta figura era un cuadrado con “una mosca dentro” o “con un punto”; y la última “un cuadrado grande con su bebé”.

Una vez que acabé de explicarles la prueba y recoger sus comentarios, les repartí una hoja a cada uno y les sugerí que intentaran repetir el primer dibujo en el espacio que tenían debajo; posteriormente, que hicieran el segundo; más tarde, tercero; y así, hasta terminar toda la tarea.

La prueba en general les resultó bastante difícil, ya que a muchos les costaba bastante trabajo incluso empezar, puesto que no se atrevían a comenzar a dibujar. Hubo muchos que trazaban círculos en lugar de cuadrados, tal como se les proponía, o que realizaron distintos grafismos -puntos, formas cerradas, pequeñas líneas...- en lugar de las figuras que tenían que plasmar en el interior de los cuadrados, y todo esto cuando saben hacerlas, en muchos casos, de forma espontánea.

9.15. Punto dentro de cuadrado-círculo

Día 29 de Enero de 2002. Grupo de cuatro años

[Esta actividad consiste en dos pruebas muy parecidas entre sí: en la primera, aparecen tres cuadrados en la parte superior de la hoja, dentro de los cuales había un punto, de modo que en el primer cuadrado el punto se encuentra cercano al centro pero desplazado ligeramente hacia arriba y hacia la derecha, en el segundo se situaba en el centro y en el tercero muy desplazado hacia arriba y hacia la derecha. En la parte

inferior de la hoja hay otros tres cuadrados, sin nada en su interior. Los niños deben representar el punto en los cuadrados de la parte inferior de la hoja, en el mismo lugar en que se encuentra en la parte superior.

La segunda prueba era muy parecida, pero en ella había círculos en lugar de cuadrados. Con respecto a los puntos, indicar que el primero se encuentra en el centro del círculo; el segundo, ligeramente desplazado hacia arriba y la derecha; y el tercero, muy desplazado hacia arriba y la derecha. Los alumnos, por su parte, debían representar el punto en los círculos de la parte inferior de la hoja, en la misma posición en que se encontraba en la parte superior.]

Tras debatirlo, la profesora Charo y yo decidimos que estas pruebas se podrían hacer en pequeños grupos, ya que nos parecía que podía plantear ciertas dificultades a pesar de la aparente facilidad que presentaba la prueba. Por tanto, la realicé en la sala que utilizan las profesoras para sus reuniones, y que ya habíamos utilizado en otras ocasiones.

Los niños venían a este aula de cuatro en cuatro, se sentaban, hablábamos un poco para que estuviesen más relajados y les mostraba la primera hoja. Yo les preguntaba: “¿Sabéis qué es esto?”; todos me decían: “Seño, qué fácil, son cuadrados”. Algunos se daban cuenta de que dentro de algunos cuadrados había un punto y lo manifestaban; si esto no ocurría, yo se lo hacía notar.

Le repartí a cada uno la hoja y un rotulador, al tiempo que les indicaba que intentasen hacer un punto en los cuadrados de debajo, en el mismo lugar en que se encontraba en el cuadrado de la parte superior de la hoja. Cuando todos habían acabado esta tarea, repetíamos lo mismo con la hoja de los círculos. Al terminar, les daba las gracias, volvían a la clase, mientras que otro de los grupos se acercaba a la sala para realizar la prueba.

Los resultados fueron interesantes, ya que prácticamente la mayoría de los sujetos saben situar el punto en el lugar adecuado cuando se encuentra en el centro o muy desplazado, y solo algunos cuando se encuentra ligeramente desplazado.

Día 27 de Noviembre de 2001. Grupo de cinco años

Ese día me correspondía realizar la prueba en el colegio Fernán Pérez de Oliva. Así, al llegar a clase, me encontré a los niños y niñas de cinco años que estaban realizando unos dibujos acerca del otoño, ya que anteriormente Mari Carmen, su profesora, les había estado explicando las distintas estaciones del año. Mientras los pequeños

terminaban sus tareas, me acerqué a saludarla y a comentarle las dos pruebas que tenía preparadas para ellos.

La primera consistía en trazar un punto dentro de cada uno de los tres círculos situados en la parte inferior de una hoja, de acuerdo con un modelo situado en la parte superior de la hoja, en la que había dibujado tres círculos: el primero con un punto en el centro; el segundo con un punto ligeramente desplazado hacia la parte superior derecha; y el tercero con el punto muy desplazado hacia la parte superior derecha. La actividad consistía en que los sujetos de la investigación deberían copiar este modelo en la parte inferior. La segunda prueba a realizar era muy parecida pero, en esta ocasión, con cuadrados en vez de círculos.

Cuando los pequeños terminaron las fichas que estaban realizando con Mari Carmen y las hubieron guardado, se sentaron en sus sillas y les expliqué la prueba. Les dije que era muy sencilla y que se hacía muy rápidamente. Previamente, realizamos un par de ejemplos en la pizarra, muy parecidos, para que todos lo entendieran bien. Una vez que comprendieron en qué consistía la tarea, les repartí la primera lámina. Cuando la acabaron, le pusieron el nombre y me la entregaron; de este modo, les entregué la segunda, que también hicieron con bastante rapidez.

En general los resultados fueron bastante favorables a los objetivos marcados, puesto que un gran número de los pequeños resolvieron satisfactoriamente la prueba, dibujando de forma correcta el punto en todos los casos.

9.16. Forma especular

Día 10 de Abril de 2001. Grupo de cuatro años

[Este grupo de cuatro años realizó dos pruebas cuya finalidad era conocer si tenían adquirido el concepto de simetría. La primera de ellas estaba compuesta por cuatro figuras: dos espirales, cada una en un sentido, y dos círculos, cada uno con una línea vertical tangente hacia abajo a la izquierda o a la derecha; en el lado derecho de cada dibujo, a un centímetro aproximadamente, se había colocado una línea vertical que servía como eje para que los sujetos representasen su simétrico. La segunda prueba tenía también cuatro figuras: medio círculo; un triángulo; una línea en zig-zag; y otro triángulo con una orientación diferente. Al lado de cada figura había una línea vertical a un centímetro de cada figura que servía como eje de simetría.]

Al llegar a la clase del colegio Fernán Pérez de Oliva, los pequeños estaban trabajando con su “seño” Mari Carmen, consistente en colorear una ficha acerca de la primavera. Acababan de empezarla, no obstante, me dijo que podían recogerlas y hacer la prueba que yo les tenía preparada. De este modo, les indicó que pusieran el nombre por la parte de detrás del dibujo y lo guardasen para más tarde. Mientras lo hacían, le expliqué a Mari Carmen la actividad que les tenía preparada para hoy. Le pareció un poco difícil, ya que creía que no tenían todavía el nivel para resolver esta prueba; no obstante, me dijo que con un poco de esfuerzo podrían hacerlo. Así pues, decidimos que sería interesante exponer algún ejemplo en la pizarra para que todos comprendiesen bien lo que se les pedía.

Primero dibujé en la pizarra varios ejemplos sencillos -un lápiz con la punta hacia arriba o hacia abajo, un árbol...- que yo iba solucionando, representando su simétrico en la pizarra, de forma semejante a como ellos tendrían que hacerlo en la prueba que les planteaba. Más tarde, fueron ellos mismos los que salían a la pizarra a resolverlos. Con estos ejemplos intentamos que comprendiesen que, al representar el simétrico, había que disponerlo de forma que, si doblásemos la hoja por el eje de simetría, ambos dibujos coincidieran.

Acabada la explicación, les repartí la primera de las hojas. Pude observar que, aunque en la pizarra fueron varios los niños y niñas que lo habían resuelto de manera bastante satisfactoria, al hacer la prueba cada uno en su mesa, muchos hicieron comentarios como: “Seño, esto es muy difícil”, “Yo no se hacerlo”, “Esto es más difícil que lo de la pizarra”. Para animarles, les manifesté que quizá les parecía un poco más complicado porque los dibujos eran diferentes, pero que se esforzaran un poquito, que lo pensasen bien, ya que, seguro, que les salía; pero que si no les salían bien todas las formas, que no pasaba nada, puesto que lo más importante era intentarlo y ver qué resultaba.

Ya más tranquilos, cogieron el lápiz y, tras pensarlo bastante, comenzaron a trazar las figuras. Cuando acabaron, pusieron su nombre por detrás, me dieron el folio, y les repartí la otra hoja para que la hicieran. Después de un buen rato, ya que dudaron un poco antes de empezar (les costó también bastante esta segunda prueba), terminaron de dibujar, pusieron su nombre por detrás y me entregaron su trabajo. Les di las gracias por el esfuerzo que habían realizado y me despedí hasta el siguiente día.

En esta prueba, observo que a la mayoría de los pequeños les cuesta trazar las figuras simétricas, ya que muchos de ellos se limitan a copiar los grafismos de la misma manera que venían representados en el papel. Incluso, a algunos incluso les cuesta repetirlos, ya

que realizan algunas formas que nada, o muy poco, tienen que ver con el modelo planteado.

Día 29 de Enero de 2002. Grupo de cinco años

[A este grupo de cinco años le repetí las dos pruebas que el año anterior les había propuesto, con el fin de conocer si tenían adquirido el concepto de simetría, y también porque me permitiría observar los posibles cambios que se habían producido durante este año. Por otro lado, pensé que podrían aceptar las pruebas mejor que la primera vez, puesto que ya las realizaron con anterioridad. La primera de ellas tenía cuatro figuras: dos espirales, cada una en un sentido, y dos círculos, cada uno con una línea vertical tangente a la izquierda o a la derecha; y, en el lado derecho de cada dibujo, a un centímetro aproximadamente, había una línea vertical que servía como eje para que los sujetos representasen su simétrico. La segunda prueba tenía también cuatro figuras: medio círculo, un triángulo, una línea en zig-zag y otro triángulo con una orientación diferente; de igual modo, incluí una línea vertical a un centímetro de cada figura que servía como eje de simetría.]

Al llegar a clase, y mientras los niños recogían los materiales de la actividad que estaban realizando para comenzar a trabajar conmigo, me acerqué a Mari Carmen y le comenté que los pequeños iban a realizar una prueba que ya habían hecho el año anterior para conocer los posibles cambios producidos durante este año. Me respondió que podía ser interesante ver cómo resolvían este ejercicio siendo un año mayor.

Cuando todos cerraron la actividad anterior y se sentaron, me situé cerca de la pizarra para que me pudiesen ver bien, y les mostré una de las pruebas. Algunos espontáneamente expresaron que esa “ficha” ya la habían hecho cuando eran más pequeños; yo les dije que sí, pero que la íbamos a volver a hacer para ver si eran capaces de hacerla todavía mejor, ya que estaban en un curso de niños mayores.

Tras esto, comencé a explicarles cómo tenían que hacer la prueba, y les fui poniendo ejemplos en la pizarra, que al principio intenté resolver yo misma, pero que, al final solucionaron los propios niños, ya que casi todos levantaban las manos porque querían salir a dibujarlos.

Una vez que comprendieron la prueba, les repartí las hojas, y con lápiz negro comenzaron a realizarlas. Mientras hacían su trabajo, yo iba pasando entre las mesas observando los resultados, que en general fueron bastante mejores que los obtenidos el año anterior, ya que se percibía una mayor evolución, y una atención más prolongada.

Algunos me preguntaban: “Seño, ¿esto es así?” o “Este no me sale”. Yo les intentaba ayudar y les decía que lo pensarán bien, que, aunque era un poco difícil, ellos ya eran mayores y seguro que podrían resolverlo. Esto parece que les daba ánimos para seguir pensando y se esforzaban más. A algunos niños, cuando veía que se habían equivocado en alguno de los dibujos, les decía que se fijaran bien, por lo que varios los corrigieron de forma correcta.

9.17. Chimenea y humo

[Esta prueba la realicé en uno de los cursos de cuatro y cinco años. Tenía una aparente gran simplicidad, ya que en ella venía representado el contorno de una casa, para que los sujetos dibujaran en ella una chimenea con humo. Con esta actividad quería estudiar la ubicación izquierda-derecha dentro de una forma simétrica, así como analizar si eran capaces de liberarse de las formas circundantes (inclinación del tejado) y tomar una perspectiva más general (horizontabilidad del suelo). Debido a que el planteamiento en ambos cursos fue parecido, ya que realicé las pruebas el mismo día en las dos clases, y para evitar repeticiones innecesarias, serán presentados de forma conjunta.]

Día 22 de Noviembre de 2001. Grupos de cuatro y cinco años

El 22 de noviembre fue el primer día que acudí a estas dos clases en este segundo año. En el colegio Torre Malmuerta, ya las conocía del año anterior; no obstante, a los niños los encontré bastante cambiados y mayores.

Al llegar a la clase, me acerqué en un primer momento a las profesoras para saludarlas, ya que no las había visto desde el curso anterior, aunque habíamos hablado por teléfono en alguna ocasión. Casi no pudimos decirnos ni siquiera “hola”, porque los pequeños se acercaron muy cariñosos a saludarme “Hola seño, cuánto tiempo hace que no venías”, “¿Ya has tenido el bebé?”, (mi primer hijo nació en el mes de mayo), “¿Cómo es?”, “¿Lo vas a traer algún día?”... Como era normal, casi todas las preguntas se centraron en este tema.

Cuando terminaron de hacerme preguntas y se fueron calmando, Charo (en cuya clase me voy a centrar para explicar el desarrollo de la prueba) les ordenó que se sentaran y me atendieran. Me situé cerca de la pizarra para que todos me pudiesen ver bien, y les mostré una hoja en la que estaba dibujado el contorno de una casa. Les expliqué que en ella hacía bastante frío, y que para evitarlo, deberían dibujar una chimenea en el tejado,

para que al encender la leña pudiesen calentarse las personas que allí vivían, y para que el humo saliese hacia arriba y no les molestase.

Les repartí una hoja a cada uno, y comenzaron a representar la chimenea con el humo saliendo de ella. Trazaron chimeneas variadas, con diseños muy curiosos, la mayoría perpendiculares al tejado, y no al suelo que marca el equilibrio y la verticalidad, situadas en ambos lados, con un ligero predominio del derecho. El humo es dibujado por prácticamente todos los niños.

Cuando iban terminando, se acercaban para darme las hojas, les puse el nombre de cada uno por detrás, les di las gracias por el dibujo tan bonito, y me despedí hasta el siguiente día.

9.18. La caja

[Esta prueba fue realizada por los sujetos de tres, cuatro y cinco años. Nos pareció interesante ya que nos permitiría conocer cuáles eran las figuras geométricas que los pequeños eran capaces de copiar, cuáles no sabían copiar (aunque luego las realizaran espontáneamente en sus producciones gráficas), cuáles combinaban entre sí y cómo lo hacían, y cuáles incluyeron en sus dibujos aunque no apareciesen en la serie que se les presentó. La prueba consistía en “introducir” o dibujar una serie de figuras geométricas dentro de una caja, las cuales ya estaban trazadas previamente en la hoja que se les entregó.]

Día 6 de Marzo de 2001. Grupo de tres años

Al llegar al aula del colegio Torre Malmuerta, encontré a los pequeños sentados en asamblea. Esta primera actividad que solían realizar todos los días al llegar a clase les permitía relajarse, aprender a escuchar a sus compañeros y relatar los sucesos acontecidos los días anteriores.

Una vez acabada, y mientras se iban sentando en sus sitios, le comenté a su profesora, Charo, la prueba que les iba a presentar, consistente en una caja, representada por un rectángulo, en el que los niños tenían que introducir una serie de elementos dibujados en la parte superior de la hoja: un círculo, un cuadrado, un triángulo, una cruz, un aspa, dos líneas paralelas verticales, dos líneas paralelas horizontales y una espiral.

Para motivarles, antes de repartirles la hoja e indicarles lo que tenían que hacer, les conté el cuento de “La caja de Pandora”. Una vez terminado el relato, que fue interrumpido varias veces, ya que algunos niños lo conocían por haberlo visto en alguna

película (como “Simbad el Marino”) y querían aportar su granito de arena, les dije: “Ahora os voy a repartir una hoja en la que está dibujada la caja, pero nosotros la vamos a llenar con una serie de objetos. Para ello, vamos a utilizar todos estos dibujos”. De este modo, en la pizarra fui dibujando cada uno de los elementos ya señalados. “¿Esto qué es?”, les preguntaba mientras les dibujaba un círculo; los pequeños respondían: “Una pelota”, “Una redonda”... “¿Y esto?”, al tiempo que les dibujaba el resto de los grafismos. A la espiral le llamaban “caracol”, al aspa un “tachón” o “una cruz torcida”... Una vez acabada la presentación, les repartí los folios y comenzaron a dibujar con rotuladores de colores azul y rojo, los mismos con los que estaban trabajando esos días.

Los resultados fueron buenos, ya que todos querían hacer la prueba y se esforzaron en realizar un buen trabajo. Lo pasaron muy bien dibujando, quizá debido a lo motivados que estaban después de haberles narrado el cuento. Continuamente me llamaban mientras estaban llenando la caja para mostrarme los dibujos que estaban haciendo, conocer mi opinión para que yo viese lo bonito que les estaba quedando.

Día 6 de Marzo de 2001 y 5 de febrero de 2002. Grupos de cuatro años

Al entrar en clase los pequeños me saludaron y continuaron realizando sus actividades, en este caso ejercicios de preescritura. Mientras terminaban, me acerqué a la profesora y le expliqué la actividad que los niños y niñas iban a realizar. Ella me preguntó si prefería que permanecieran en la clase o que hicieran la actividad en pequeño grupo; a lo que le respondí que prefería en gran grupo. Después de esperar a que todos terminasen la ficha que estaban realizando con “la seño”, tal como la denominan, y les pusieran el nombre por detrás, me dirigí cerca de la pizarra para que todos me viesen bien porque iba a contarles un cuento.

El cuento, que me serviría como motivación inicial, era el de “La caja de Pandora”, ya que la actividad que les proponía era llenar la “caja” que se había quedado vacía al abrirla, con una serie de figuras geométricas (círculo, cuadrado, triángulo, cruz, aspa, dos líneas paralelas verticales, dos líneas paralelas horizontales y una espiral), que aparecían en la parte superior de la hoja; el resto del folio estaba ocupado por un gran rectángulo que representaba la caja. Como varios de los pequeños conocían la historia, querían participar durante el cuento y levantaban la mano para contarme algo: “Que se te ha olvidado, seño, ¡qué despistada!”. Jugamos en la clase haciendo soplar al viento y vaciando la caja.

Cuando terminamos, les repartí las hojas y comenzaron a dibujar. Les dije que podían utilizar cualquiera de las figuras que aparecían en la parte superior de la hoja, en el orden que quisieran, las veces que quisieran y que también podían no utilizar algunas de ellas si no les parecía bien.

Todos comenzaron a representar las distintas figuras dentro de la “caja”. Mientras tanto, me fui paseando por las mesas para ver sus producciones, y observé que un grupo bastante numeroso se limitaba a copiar la serie de izquierda a derecha tal y como aparece en la parte superior de la hoja, como si fuese una de las series de prescritura. Hay otro grupo que introduce elementos nuevos, al tiempo que otro hace la espiral en el sentido contrario al propuesto, ya que en la prueba aparecía en el sentido contrario a las agujas de reloj.

Debido a que un número bastante numeroso de sujetos de este grupo había copiado las distintas figuras como si fuese una serie de prescritura, y para intentar evitarlo, en el segundo grupo de cuatro años, introduje un pequeño cambio en la prueba, consistente en entregarles una hoja en la que solamente estaba representado el contorno de la caja, y presentarles los distintos elementos con los que podían llenarla en la pizarra, pero sin ningún orden establecido, para que ellos no lo consideren como una serie.

Los resultados fueron muy dispares, ya que, excepto un par de casos que representaron las figuras de forma similar a una serie de prescritura, los demás las dispusieron de forma aleatoria por la caja, introduciendo nuevos elementos en varias ocasiones.

Días 6 de Marzo de 2001 y 22 de Enero de 2002. Grupos de cinco años

[A los dos grupos de cinco años también les presenté la prueba de “Llenar la Caja de Pandora”, aunque con alguna diferencia entre ambos, ya que al primero le ofrecí una hoja en cuya parte superior estaban dibujados los distintos elementos -círculo, cuadrado, triángulo, cruz, aspa, dos líneas paralelas verticales, dos líneas paralelas horizontales y una espiral- con los que llenar la caja o rectángulo situado en la parte central del folio; al segundo grupo le presenté un folio con el contorno de la caja y los distintos elementos con los que llenarla, al tiempo que los iba dibujando en la pizarra.]

Como motivación inicial, también les conté el cuento de “La Caja de Pandora”, indicándoles que ellos iban a llenar la caja, que se había quedado vacía, con las figuras indicadas. En el primer grupo de niños, las distintas figuras estaban representadas en la parte superior del folio, y en el segundo grupo, las dibujé en la pizarra. Les dije que

podían utilizar todos los elementos o solamente aquellos que ellos quisieran, pudiendo o no repetirlos, y colocándolos en la posición que desearan.

Los resultados fueron muy interesantes y diferentes según los grupos, ya que los sujetos de la primera clase, que tenían las distintas figuras en la parte superior del folio, se dedicaron a copiar la serie una y otra vez, de izquierda a derecha, y solamente cuando alguno de los niños me enseñaban sus dibujos para ver qué me parecían, y yo les decía que eran muy bonitos pero que también lo podían hacer de forma desordenada, ellos se atrevían a variar la serie y a realizarlos sin orden.

Los sujetos de la segunda clase, en cuyas hojas no estaban trazados los distintos elementos, sino que estos se encontraban dibujados en la pizarra sin ningún orden concreto, tuvieron unos resultados completamente distintos, ya que ninguno realizó la serie, sino que llenaron la caja con las distintas figuras colocadas de forma aleatoria, e, incluso, haciendo algunos dibujos a partir de ellas. Por ejemplo, hubo una alumna, Rafaela, que dibujó caracoles a partir de las espirales; otros que trazaron flores a partir de los círculos y rectas; alguno llegó a dibujarse a él mismo dentro de la caja.

En general disfrutaron haciendo esta prueba. Cuando acabaron, le pusieron el nombre y me entregaron las hojas. Nos despedimos hasta el siguiente día, como era habitual al finalizar la tarea prevista para ese día.

9.19. La mariposa

[Con esta prueba quería conocer no solo si los niños y niñas de tres, cuatro y cinco años tenían el concepto de simetría, sino también si eran capaces de representarlo gráficamente. Por ello, les preparé esta hoja en la que estaba representado el dibujo del contorno de una mariposa, para que ellos la decorasen. Los resultados en general fueron bastante interesantes, y pude observar en algunos de los dibujos que hicieron los pequeños, que, no solo tienen el concepto de simetría ya adquirido, sino que también son capaces de representarlo.]

Día 5 de Febrero de 2002. Grupo de tres años

Al llegar a la clase de tres años, me dirigí al gimnasio, ya que los alumnos estaban realizando trabajos de psicomotricidad, consistente en seguir un ritmo sencillo, que les permitía trabajar los conceptos de “delante-detrás”, “arriba-abajo”, “despacio-deprisa”, saltar, pararse..., es decir realizaban ejercicios que les posibilitaban la adquisición de los conceptos de espacio, esquema corporal, o dominio de su propio cuerpo.

Al terminar, volvimos al aula, y mientras se iban sentando, le presenté a la profesora, Pura, la prueba que les iba a entregar a sus alumnos. Me situé al lado de la pizarra, donde todos me pudiesen observar fácilmente, y les enseñé una hoja con el dibujo del contorno de una mariposa. Algunos niños y niñas exclamaron “Una mariposa, ¡qué bonita!”, mientras que otros intentaron con los brazos imitar el vuelo que realiza. Cuando finalmente se calmaron (creo que venían algo excitados después de la sesión en el gimnasio), les dije que la mariposa era muy hermosa, pero que no tenía colores ni dibujos, y que estaba segura de que ellos la podrían poner todavía más bella.

Casi todos me respondieron que sí, que eran capaces de hacerlo. Entonces les repartí a cada uno de ellos un folio con el contorno de la mariposa, para que, con ceras de colores, la decorasen de modo que resultase muy bonita. Algunos niños comenzaron rápidamente, mientras que otros dudaban a la hora de iniciarlo; yo, mientras tanto, iba pasando por las distintas mesas alabando los dibujos que realizaban, y animando a aquellos otros que no sabían cómo hacerlos.

Los resultados fueron muy variados e interesantes, y pudimos apreciar que, con tan solo tres años, existía un grupo un tanto reducido de alumnos, con un concepto claro de lo que es la simetría y con capacidad para representarla gráficamente; mientras que otros, la mayoría, se limitaban a colorear el dibujo o a decorarlo con distintos grafismos, desde espirales, a líneas rectas, paralelas o soles.

Día 13 de Febrero de 2001 y 15 de Enero de 2002. Grupos de cuatro años

[A los dos cursos de cuatro años les pasé la prueba de simetría consistente en decorar las alas de una mariposa, pero con pequeñas diferencias, ya que mientras que a uno de los grupos le di un dibujo del contorno de una mariposa, con una de las alas ya adornada, para que ellos hicieran la otra, al segundo grupo le proporcioné únicamente el contorno de la mariposa para que la ornamentasen como quisieran. Con esta prueba, tal como he indicado, intento conocer cómo realizan los pequeños la copia de figuras elementales - círculo, cuadrado, triángulo, cruz, aspa, espiral y paralelas- de forma simétrica, al tiempo que estudiar el concepto de simetría en los niños, tanto de forma espontánea como con la copia de figuras.]

En el primero de los cursos, les presenté el contorno de una mariposa con una de las alas decorada, al tiempo que les indicaba que ellos tenían que decorar la otra para que quedara completa. Como criterio de motivación inicial les conté el cuento de un gusanito muy feo al que nadie quería y que estaba siempre solo, hasta que un día se

convirtió en una mariposa, tan bonita, tan bonita, que todos cuando la veían no podían dejar de mirarla (en realidad, este breve relato era una adaptación muy personal del patito feo).

Previamente, y para que todos los sujetos con los que yo investigaba, comprendieran cómo se desarrollaba esta prueba, se hizo un ejercicio en la pizarra con otros elementos diferentes. Una vez que comprendieron la tarea, les repartí los folios. En general, les gustó mucho, por lo que todos querían hacerla y también colorear la lámina. Les indiqué que no podían realizar esto último porque entonces no podría ver bien sus dibujos, pero que si querían podían darle color a la cara podrían hacerlo. Lógicamente, todos lo hicieron.

Al repartirles la hoja, la mayoría quería iniciarla rápidamente. Fue entonces cuando se dieron cuenta de la dificultad que entrañaba realizar las figuras simétricas. Algunos empezaron a decir que no les salía bien. Tuve que salir en su ayuda, por lo que, después de algunas explicaciones, comenzaron a representar los distintos elementos.

El resultado fue bueno, ya que pude apreciar que un gran número de alumnos tenían algunos conceptos de simetría, aunque, en general, tienden a agrupar las figuras y a hacerlas más pequeñas, y a no respetar el orden en que aparecen. También observé que surgían problemas al realizar las espirales y los triángulos, puesto que la simetría de estas figuras les resultaba algo complicada.

El segundo grupo de cuatro años decoró las alas de la mariposa con más libertad, ya que solamente les di el contorno, para que ellos la adornasen como más les gustase. Antes de comenzar, y como motivación inicial, también les conté el cuento del gusanito feo al que nadie quería. Una vez acabado el relato, les repartí la hoja de prueba, y les dije que la decorasen con lápices de colores como más le gustase. Pude observar que, aunque no se le dio ninguna consigna acerca de cómo realizar los adornos de la mariposa, la mayoría hizo los trazados y dibujos de forma simétrica.

Días 22 de Marzo de 2001 y 15 de Enero de 2002. Grupos de cinco años

[Durante estos dos días, les planteé a los niños y niñas de cinco años la prueba de la mariposa. Para no extenderme demasiado, señalaré que se desarrolló de forma parecida a cómo lo hice en los otros cursos: como motivación inicial les conté el cuento del gusanito feo que se convirtió en mariposa, y les dije que ellos ayudarían a la mariposa, ya que le iban a decorar las alas para que fuese la más bonita.]

Quisiera señalar que, aunque esta prueba se realizó en las dos aulas de esa edad, introduje una leve diferencia en una de las clases, ya que mientras que en uno de los cursos las alas de la parte izquierda ya estaban decoradas con círculo, triángulo, cuadrado, espiral y dos líneas paralelas, en el otro, solo tenían el contorno de la mariposa, por lo que en la pizarra dibujé los mismos elementos, pero de forma desordenada, para que ellos los utilizaran como quisieran.

Antes de repartirles las hojas, dibujé en la pizarra una mariposa y les pregunté cómo tienen las alas las mariposas de verdad. Las respuestas fueron muy variadas: “De muchos colores”, “Son muy bonitas”, “Se repiten los colores en las alas”...

Hicimos varios ejemplos, por lo que llegaron a comprender que las formas que aparecen en uno de los lados se repiten de forma simétrica en el otro. Invité a algunos niños a que salieran a la pizarra para representar un elemento en una de las alas y su simétrico. Cuando comprendieron y comprobaron que podían realizar esta tarea, me puse a repartirles los folios en los que aparece dibujado el contorno de la mariposa. Tranquilamente se pusieron manos a la obra.

Cuando tuve los trabajos acabados, observé diferencias en los resultados que obtuvo cada clase, puesto que, en el caso en el que una parte de la mariposa ya venía decorada, los alumnos tendían a copiar menos elementos de los representados (a algunos al entregarme la hoja les recordé que le faltaban varias piezas por realizar), al tiempo que trazaban las distintas figuras en un tamaño más pequeño que el original y más agrupadas. Quizás esto se deba a que relacionan esta actividad con alguno de los ejercicios de preescritura que suelen hacer con estas edades; sin embargo, todo esto no se observaba cuando a los niños y niñas se les dejó libertad a la hora de representar el dibujo.

9.20. La antena

[En este apartado incluiré una de las pruebas que tenía por finalidad analizar la idea que tienen los escolares de cuatro y cinco años acerca de uno de los rasgos geométricos básicos como es el paralelismo y su representación en aquellos objetos que presentan esta cualidad.]

Día 13 de Marzo de 2001. Grupo de cuatro años

Como ya he señalado en la presentación, esta actividad se la planteé a los pequeños con el fin de llegar a conocer la noción de paralelismo y el modo en que lo representan.

Para ello, les preparé una prueba muy sencilla: en la lámina estaban representados los contornos de dos edificios, de modo que encima de uno de ellos había dibujada una antena de televisión formada por una línea vertical cortada por tres líneas paralelas entre sí. Para que la prueba fuese más atractiva, en los distintos edificios había trazado varias ventanas, para que recordaran lo mejor posible a un conjunto de casas. Los niños, por su parte, tenían que representar una antena igual encima de segundo edificio.

Antes de repartir las hojas, su profesora Mari Carmen y yo estuvimos comentando con ellos los distintos tipos de casas que conocían, qué elementos tenían y las distintas cosas que podíamos ver en los edificios, entre las que se encontraban las antenas de la televisión.

Para que pudieran comprobar de manera directa la realidad de la que hablábamos, nos acercamos a la ventana de la clase y miramos hacia el exterior para ver mejor los distintos bloques de pisos que rodeaban el colegio, y, así, comentar cómo eran. Después de un rato observándolos, tranquilamente se sentaron y, por mi parte, les repartí las hojas.

En general, comprobé que hicieron bien y bastante rápidos la prueba. Como dato curioso, quiero apuntar que uno de los pequeños me dibujó también una antena parabólica, tal como, según me dijo, había en su casa. Prácticamente, todos decoraron las ventanas de los edificios, bien con distintos personajes o con otros elementos, como cortinas, cruces, barrotes o bien macetas.

Día 22 de Marzo de 2001. Grupo de cinco años

En el grupo de cinco años realicé la prueba de forma parecida a como lo hicieron en el de cuatro años. Primero les enseñé la hoja en la que se veían los contornos y algunos detalles como las ventanas de unos edificios. Al abrir un cierto debate, me indicaron todos que eran unos edificios, por lo que yo les aclaré que en el más moderno de los dos había una antena de televisión, y por eso sus dueños podían ver la tele, pero que en el otro edificio no podían hacerlo dado que no había antena.

Una vez que acabé la charla de presentación, repartí un folio a cada uno, al tiempo que les indicaba que deberían dibujar la antena en el edificio que no la tenía, para que los vecinos de ese bloque pudieran ver la “tele”.

En general, realizaron la actividad bastante bien. Cuando acabaron el trabajo, algunos me preguntaron si podían colorear la ficha, ya que siempre me pedían permiso para usar

colores en las hojas que les entregaba. Les respondí afirmativamente, que no había ningún problema.

Una vez acabada la tarea, les di las gracias por sus dibujos tan bonitos, mientras me despedía de ellos hasta el siguiente día.

9.21. Relación forma-figura

[Esta prueba se llevaría a cabo con los grupos de cuatro y cinco años. Consistía en volver a representar cuatro figuras geométricas -un cuadrado, un rectángulo, un círculo y un triángulo-, situadas en la parte superior de la hoja, y realizar a partir de cada una de ellas un dibujo. Con ello se intentaba conocer y analizar cómo los sujetos investigados representan a partir de una figura geométrica otras distintas, únicamente añadiendo nuevos elementos, al tiempo también que saber cuáles son las figuras geométricas que más se añaden o que más se utilizan para representar un determinado objeto.]

Día 16 de Enero de 2001 y 22 de Enero de 2002. Grupos de cuatro años

Esta mañana fría de enero he llegado a la clase y he encontrado a los niños trabajando el concepto de número. Con su “seño” Mari Carmen elaboraban una ficha sobre la cifra “uno”, teniendo que rellenarla con plastilina de color aplastándola con los dedos.

Saludé a todos, al tiempo que la profesora me preguntaba si no me importaría esperar a que la acabasen; le respondí que, por supuesto, que no me molestaba. Así pues, me senté en una silla cerca de su mesa y me dediqué a observar a los pequeños mientras concluían su tarea. Mientras tanto, le mostré a Mari Carmen la prueba que tenían que realizar sus alumnos.

Cuando terminaron con la plastilina, guardaron sus fichas en los archivadores y, poco a poco, se fueron sentando dispuestos a escucharme. Comencé a explicarles en qué consistía el trabajo que tenían que hacer. Para ello, les enseñé las figuras de una en una: dibujé en la pizarra un cuadrado, un círculo, un triángulo y un rectángulo, y les pregunté de qué figura se trataba. Como las conocían bien, todos decían: “Eso es un cuadrado”, “Una redonda”, “Un triángulo”, etcétera.

Les comenté verbalmente lo que tenían que hacer: volver a pintarlas, añadiendo nuevos elementos e intentando finalizar con un dibujo muy bonito. Algunos no acabaron de comprenderlo, por lo que tuve que volver a explicárselos, haciendo algún ejemplo en la pizarra. Cuando todos manifestaron que lo habían entendido, les repartí

las hojas, y con el lápiz azul y rojo, los mismos con los que estaban trabajando, comenzaron a realizar la prueba.

La profesora y yo íbamos pasando por las mesas animando a los pequeños, ya que, al principio, algunos de ellos no se atrevían a iniciar el dibujo; pero, una vez que hicieron el primero y recibieron palabras de ánimo por nuestra parte, continuaron sin problemas y con bastante facilidad. De vez en cuando nos llamaban: “Seño, mira qué bonito lo que estoy haciendo”, y nos acercábamos una de las dos para ver lo que había trazado.

Cuando terminaron, venían a la mesa de la profesora, donde yo estaba sentada, para darme la hoja. En ese momento les preguntaba acerca de lo que habían trazado: “¿Esto qué es?”, les interrogaba; a lo que me respondían: “un robot, pero de los buenos”, o “una pelota”, o “una casa”... Con un lápiz de grafito escribía debajo de cada dibujo lo que era y anotaba también cualquier aspecto de interés.

Una vez finalizada la entrega de todos los trabajos, recogí todos los folios, y les dije lo bonitos que estaban, al tiempo que me despedía de ellos y de Mari Carmen hasta el día siguiente.

Días 6 de Febrero de 2001 y 27 de Noviembre de 2002. Grupos de cinco años

Esta prueba la habían realizado los pequeños el año anterior, cuando tenían cuatro años, por lo que para la mayoría se enfrentaba otra vez a ella, siendo segunda vez que abordaban esta actividad.

Al llegar a clase esa mañana y presentarles pronto la actividad que tenían que desarrollar ese día, veo que se encontraban muy motivados, y prácticamente todos comentaban que se acordaban de haberla elaborado el año anterior, por lo que ahora les parecía mucho más fácil. Aún así, me pareció interesante efectuar algunos ejemplos en la pizarra para que tuvieran muy claro como había que hacerla.

Cuando se repartieron los folios con las cuatro figuras geométricas -cuadrado, rectángulo, círculo y triángulo-, la mayoría de los alumnos cogieron los lápices y empezaron a ejecutar la prueba, pero hubo un grupo que no sabía qué hacer y permanecía sentado con el lápiz en la mano sin trazar ningún dibujo. Me acerqué a ellos y les pregunté que les pasaba; me dijeron que no sabían cómo empezar porque no se les ocurría nada. Intenté que relacionaran las figuras con algún objeto conocido por ellos. Uno me dijo: “Esto parece una pelota” (el círculo); “Bien”, le respondí, “ahora tienes que copiar el círculo y dibujar con él una pelota”.

En general, después de breves explicaciones como la anterior, la mayoría comenzaba a trabajar con bastante seguridad. Cuando terminaron, escribían su nombre por detrás, y me entregaban la hoja; yo aprovechaba unos minutos para preguntarles acerca de lo que habían plasmado, y con lápiz escribía junto a los dibujos lo que ellos me decían cuando era difícil reconocerlo.

9.22. Formas tridimensionales: esfera, cubo, cilindro y pirámide

[La prueba consistiría en representar las figuras con volumen – esfera, cubo, cilindro y pirámide- en un espacio bidimensional. Para llevarla a cabo, construí tres figuras geométricas en cartulina amarilla de mediano tamaño, de aproximadamente de 15 centímetros de arista, al tiempo que compré una pequeña pelota también de color amarillo, con un tamaño semejante a las demás figuras. Inicialmente, estaba planteada para los sujetos de cuatro y cinco años, aunque finalmente también la realizaron los alumnos de tres años, ya que nos pareció interesante, tanto a los directores de la tesis como a mí, conocer cómo podrían representar en una hoja con dos dimensiones una figura tridimensional.]

Día 18 de marzo de 2002. Grupo de tres años

Al llegar esa mañana a la clase del colegio Torre Malmuerta, los niños estaban reunidos en asamblea con su profesora, por lo que los saludé y esperé que terminaran con esta actividad. Comprobé que algunos de los pequeños continuamente levantaban la mano para participar en la conversación, mientras que otros permanecían tímidamente en silencio. Con mucha paciencia, Pura los animaba a participar para que, de esa forma, fuesen perdiendo poco a poco su timidez.

Una vez acabada la charla, y mientras volvían a sus sitios, le comenté a Pura, la actividad que tenían que efectuar los pequeños, y le sugerí, que debido a la complejidad que tenía para ellos, sería conveniente hacerla en pequeños grupos en la sala dedicada a tutorías. Se mostró conforme y me comentó que la prueba iba a resultar complicada, pero que podría ser interesante ver cómo la intentaban resolver.

Cuando llegaban a la sala, en pequeños grupitos de cuatro, yo los estaba esperando, les saludaba, se sentaban en las sillas y dialogábamos un rato para intentar que estuviesen cómodos y relajados. Posteriormente, les mostraba las figuras, que iba colocando en el centro de la mesa donde ellos pudiesen verlas bien. Les preguntaba si sabían lo que eran; y algunos hicieron comentarios como: “Parece una nariz” (la

pirámide), o “Eso es un balón” (la esfera). Les dejé que las tocaran y se las fui pasando de una en una para que las vieran bien y pudieran apreciar sus formas. Luego las recogí, les repartí una hoja en blanco y les dije que tenían que dibujarlas en el orden que yo les mostrase, y aunque fuese un poquito difícil, ellos ya eran un poco mayores y seguro que podían hacerlo.

La primera forma que tenían que trazar era el cilindro. Yo lo cogí, lo enseñé en alto para que todos lo pudiesen ver bien y lo dejé en el centro de la mesa. Una vez mostrada la figura, entonces la representaron. Cuando los cuatro terminaron, fui poniendo con lápiz al lado de cada dibujo el número uno. Después, y de la misma manera, les presenté el cubo (número dos), la pirámide (número tres) y la esfera (número cuatro).

En general, y a pesar de la dificultad que tenía la prueba para esta edad, los resultados fueron buenos, ya que todos intentaron resolver de la mejor manera posible el dibujo de estas figuras, y lo hicieron mediante un trazado bidimensional, en el que se incluía la característica más representativa de cada figura, por ejemplo, el triángulo para la pirámide, el círculo para la esfera, o el cuadrado o círculo para el cilindro.

Día 18 de Marzo de 2002. Grupo de cuatro años

Al igual que ocurrió con la clase de tres años, esta prueba fue realizada en pequeños grupos, debido principalmente a la dificultad que presentaba para los sujetos el trazado de figuras tridimensionales, es decir con volumen, en dos dimensiones. También tuve la suerte de contar con un aula cercana a la clase que las profesoras de infantil utilizaban para reunirse y que me permitiría trabajar con pocos niños; solamente cuatro o cinco cada vez.

Como he comentado anteriormente, esta sala tenía una gran mesa redonda con sillas alrededor, y a ella venían los alumnos para realizar esta actividad. Yo los esperaba dentro con las pruebas y los rotuladores negros, al tiempo que ellos venían por orden de lista, hacían su trabajo y volvían a la clase con sus compañeros.

Cuando llegaban, les saludaba, hablábamos unos momentos para que se sintieran más cómodos, y luego les enseñaba las figuras que tenían que dibujar: un cilindro, un cubo y una pirámide de base cuadrangular que había realizado con cartulina amarilla, junto a una pelota (la esfera) también de color amarillo y de tamaño parecido al de las anteriores figuras. Las puse en el centro de la mesa de una en una y les preguntaba que eran; me respondían que “un dado gigante, pero sin puntos”, “una pelota”, “una pirámide, como las de Egipto”...

Más tarde, se las fui pasando de una en una para que ellos pudiesen manipularlas tranquilamente. Finalmente, las recogí y las coloqué en el centro de la mesa para que pudiesen verlas bien; entonces les repartí una hoja y un rotulador negro a cada uno para que las fuesen dibujando en orden: primero el cilindro, luego el cubo, también la pirámide y por último la esfera. Cuando terminaban, me daban la hoja, se despedían de mí, y volvían a la clase, mientras que otro grupo venía a “la salita” para realizar la prueba del mismo modo.

Día 2 de Mayo de 2002. Grupo de cinco años

Al llegar esa mañana a clase del colegio Fernán Pérez de Oliva, veo que los niños están coloreando unas fichas sobre la fiesta de “La cruz de mayo”. Tras saludarles a todos, y mientras terminaban con su trabajo, me acerqué a la profesora, Mari Carmen, para comentar con ella la actividad que les iba a proponer, y que consistía en representar en un folio cuatro figuras tridimensionales: un cilindro, un cubo, una pirámide y una esfera (son las mismas figuras utilizadas con los niños de tres y cuatro años, que había elaborado con cartulina amarilla, excepto la esfera, que era una pelota de plástico también amarilla y de tamaño similar). Decidí realizar esta prueba en gran grupo y en la clase, puesto que, por un lado, no disponíamos de un aula para trabajar en pequeño grupo y, además, los sujetos de la prueba eran algo mayores.

Una vez que terminaron el trabajo que estaban realizando con su profesora acerca de la fiesta de las cruces, le pusieron el nombre y lo guardaron en sus archivadores. Se sentaron y les fui explicando la prueba que tenían que resolver. Primero, les enseñé cada figura levantándola en alto para que todos la observasen con atención; algunos hacían comentarios muy parecidos a los de las clases más pequeñas: “Eso parece una nariz” (la pirámide), “Y eso parece un balón” (la esfera)...Cuando todos las hubieron visto, las repartí por las cuatro grandes mesas en las que se sentaban, colocando una figura en cada una de las mesas para que ellos la pudieran coger y tocar; después de unos instantes, las cambiaba de mesa para que todos los pequeños pudiesen manipular las cuatro figuras.

Más tarde, las recogí, y les dije que tenían que representarlas en el mismo orden en que yo se las enseñase, y que, cerca de cada uno de los dibujos, debían poner un número que les iría diciendo, según el orden en el que se los presentara. Me situé en el centro de la clase para que todos me viesen bien, y cogí cada figura en alto: los pequeños las fueron dibujando de una en una y poniendo al lado de cada ellas el número

correspondiente. Cuando todos acabaron, escribieron su nombre, me las entregaron, y nos despedimos hasta el siguiente día.

10. ENFOQUE CUALITATIVO

10.1. Presentación

Para llevar a cabo el análisis cualitativo es necesario seleccionar algunas de las láminas que han realizado los alumnos de Educación Infantil, por lo que se eligen un número de ellas que sean representativas tanto por las *edades* de los sujetos, por *sexos* y por *centros* en los que se llevó a cabo la investigación.

De este modo, se busca que haya proporcionalidad entre los sujetos que ejecutaron las pruebas y que se hicieron para llevar a cabo este estudio, intentando que pertenezcan a ambos sexos de manera numérica bastante aproximada, por lo que conseguimos que las láminas sean representativas del alumnado que participó en la investigación. Además, se intenta que exista una representación equitativa entre los dos centros en los que se realizó la investigación, el C. P. Fernán Pérez de Oliva y el C.P. Torre Malmuerta, ambos de Córdoba.

De igual modo, se tendrán en cuenta todas las pruebas efectuadas, tanto las eminentemente cualitativas como las que tienen un significado primordialmente cuantitativo, ya que si bien es cierto que el dibujo es un instrumento muy valioso para realizar una investigación de corte cualitativo (Bank, 2010; Flick, 2004; Gardner, 1980, 1994; Eisner, 1998; Sáinz 2001, 2003, 2011), siempre conviene completar este tipo de estudios con otros cuantitativos de corte estadístico para entender cuáles son las formas predominantes en las producciones de nuestros alumnos.

De las 1.256 pruebas aplicadas durante los dos años de la investigación, se han seleccionado y analizado 153, lo que representa algo más del 12 % del total, cifra representativa para dar solidez al análisis cualitativo.

10.2. Prueba 1: Tema libre

Presentación

Con esta primera actividad se trataba de realizar una indagación previa, es decir, una prueba exploratoria de carácter eminentemente cualitativo que, además, proporcionara a los pequeños confianza y motivación para ejecutar las restantes pruebas, pues algunos

se sentían inseguros y, con anterioridad, nos habían indicado a las profesoras y a mí que no sabían o no podrían hacerlas.

Se efectuó únicamente con los alumnos de 3 años el primer día que fui a las aulas, con la intención de conocer cuáles eran los garabatos dominantes en esta edad y el nivel gráfico que tenían, por lo que no se les dio ninguna instrucción, solamente que dibujaran lo que ellos quisieran o lo que más les gustara. Se les facilitaron los materiales necesarios para que pudiesen hacerlo y, una vez repartidas las láminas, los lápices y las gomas de borrar, comenzaron a trazar los garabatos que conforman el alfabeto gráfico que almacenan en su memoria, y que posteriormente utilizarán para la construcción de figuras con carácter representativo.

Esta actividad se planteó con un criterio marcadamente cualitativo, ya que es una prueba abierta en la que los sujetos de la investigación tienen total libertad a la hora de elegir determinados elementos para realizar su composición, aunque también me pareció interesante utilizar un criterio de tipo cuantitativo en su análisis.

En total se llevaron a cabo 42 láminas, de las que vamos a analizar las siguientes:

Lámina 1

Observando este dibujo, podemos percibir que este pequeño, se encuentra en una fase inicial de los garabatos, en la que existe un predominio casi absoluto de barridos, únicamente alterados por pequeñas líneas rectas que los cortan perpendicularmente.

El niño comenzó realizando un amplio barrido prácticamente en el centro de la hoja; lo inició por la izquierda con un trazado más suave para poco a poco hacer otro más *agresivo*, ya que aumentó la presión de la cera sobre el folio, y los puntos de rebotadura se hicieron menos redondeados, más angulosos. En el lado derecho efectúa un tercero, más pequeño, con una cera de color marrón en el que las líneas en zig-zag se encuentran tan cerca entre sí que es difícil apreciarlo, y sobre él, dibuja una pequeña línea quebrada; algo más abajo pinta otro barrido muy cerrado en cera morada, también con las líneas muy unidas. Para terminar, realiza cuatro pequeñas líneas rectas que cruzan perpendicularmente a los trazados anteriores, lo que da lugar a que aparezcan cruces, especialmente en el lado izquierdo de la lámina.

Después de seguir paso a paso todo el proceso de realización de este trabajo, se puede deducir que a este niño le puede resultar difícil efectuar las distintas pruebas que se han planificado en la investigación para los pequeños de tres años.

Lámina 2

En el ejercicio de este alumno podemos percibir un mayor control motor del trazado, lo que supone un avance en el desarrollo gráfico con respecto al nivel en el que se encontraba el sujeto anterior.

Para comenzar a realizarlo, eligió una cera de color verde y dibujó una gran forma circular en el centro de la hoja, en el sentido de las agujas del reloj, dentro de la cual situó la mayor parte de los demás elementos. Posteriormente, hizo tres de tipo circular más pequeñas: en primer lugar, una en el centro, y las otras dos cortando a esta primera. A continuación trazó una “M” y otra serie de líneas rectas y curvas que se cruzan entre sí y que dan lugar a unas cruces, destacando la que se sitúa en el centro geométrico del espacio topológico, visualmente la más atractiva.

Por los garabatos realizados y el proceso de ejecución, creo que este pequeño se encuentra en mejores condiciones que el anterior para efectuar las distintas pruebas previstas a lo largo de la investigación.

Lámina 3

Nos encontramos con un dibujo diferente a los anteriores ya que este pequeño ha optado por realizar un conjunto de formas cerradas, curvadas, de tipo circular u ovoide unidas por pequeñas líneas rectas, y distribuidas en tres filas situadas paralelamente a la base del papel.

Comenzó ejecutando en la parte superior izquierda una forma ovoide siguiendo la dirección de las agujas del reloj, la misma dirección que tienen el resto de formas circulares, y a continuación trazó en la misma línea otras dos curvadas cerradas que posteriormente unió con dos pequeñas líneas rectas. Más tarde representó en la línea siguiente cuatro formas circulares, una de ellas ovoide de mayor tamaño, que también juntó con tres pequeñas líneas rectas; finalmente realizó cinco círculos de tamaño algo más pequeño en la tercera línea, y cuando fue a unirlos como hizo con los anteriores, utilizó un círculo para unir los dos primeros, quizá porque estaban más separados que los demás de esa fila, y tres pequeñas rayas para unir los demás.

El control en todo momento fue bueno, puesto que consiguió unir en todas las formas circulares el punto de partida con el final del trazado, lo que indica un avance en el desarrollo motor de los movimientos del brazo y de la mano. También podemos observar que existe premeditación a la hora de realizarlo, ya que va dibujando filas con

tres, cuatro y cinco círculos, y que su intención, como nos explicó al finalizar, era dibujar *ballenas*.

Lámina 4

En este trabajo de una niña de 3 años ya encontramos una incipiente representación figurativa, puesto que dibuja en la parte superior izquierda de la lámina la figura de un sol, formado por un círculo cortado por rayitas, dentro del cual aparecen los rasgos del rostro humano realizados por los grafismos elementales provenientes de los garabatos: los ojos y nariz formados por pequeñas espirales, y la boca representada por una línea.

El resto de los trazados se concentran en el centro y parte inferior derecha. Así, prácticamente en el centro de la lámina esta pequeña ha ejecutado una serie de líneas que conviene analizar: comienza realizando un barrido para rápidamente representar unas formas redondeadas que cambian de orientación y se cruzan entre sí, dando lugar a una serie de trazados superpuestos. Más tarde, y con la misma cera morada, hace un cicloide con dos lazos hacia arriba, a continuación una pequeña forma circular que colorea de verde, y de la que surge una línea que se orienta hacia la izquierda, cambia de sentido y realiza un bucle hacia arriba. Termina con dos pequeños barridos en color verde y marrón.

La última forma se sitúa a la derecha de la lámina, y está formada por un remolino circular y continuo, en el que se cruzan algunas líneas rectas, y del que parte una línea vertical hasta prácticamente el borde inferior de la lámina.



Lámina 1 – Tema: TEMA LIBRE Autor/a: niño de 3 años

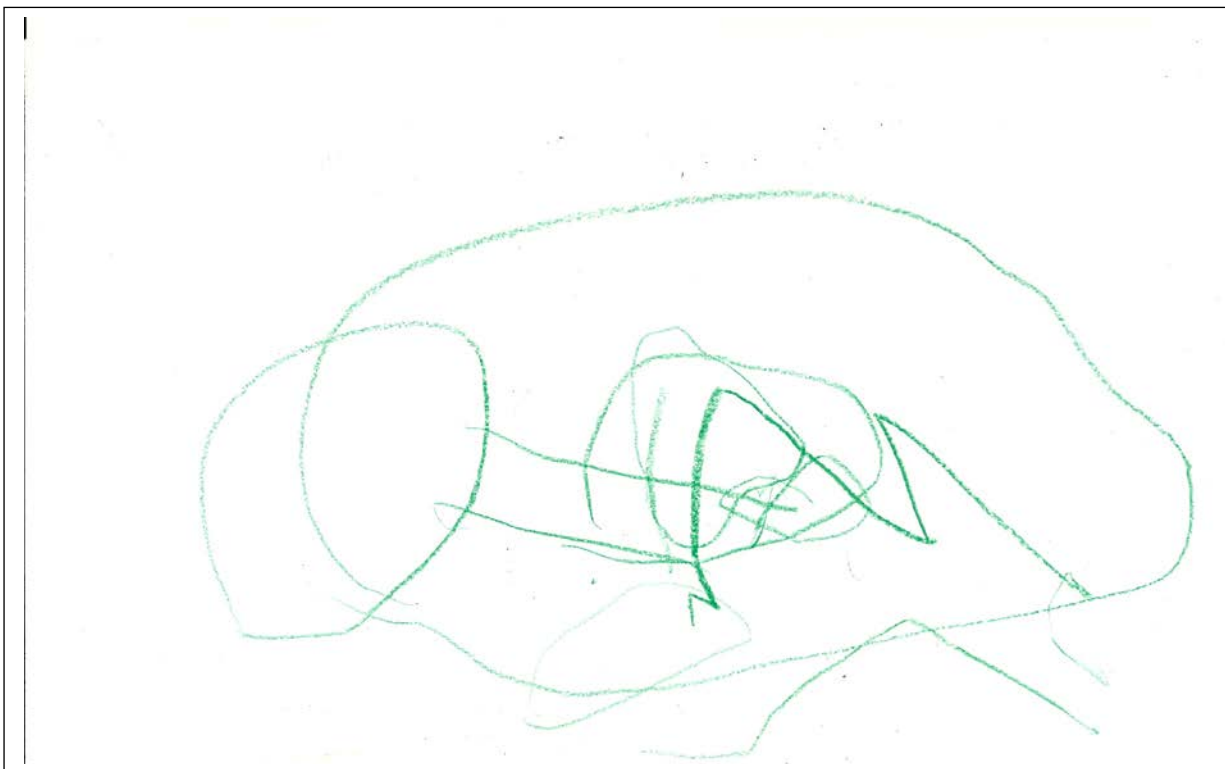


Lámina 2 – Tema: TEMA LIBRE Autor/a: niño de 3

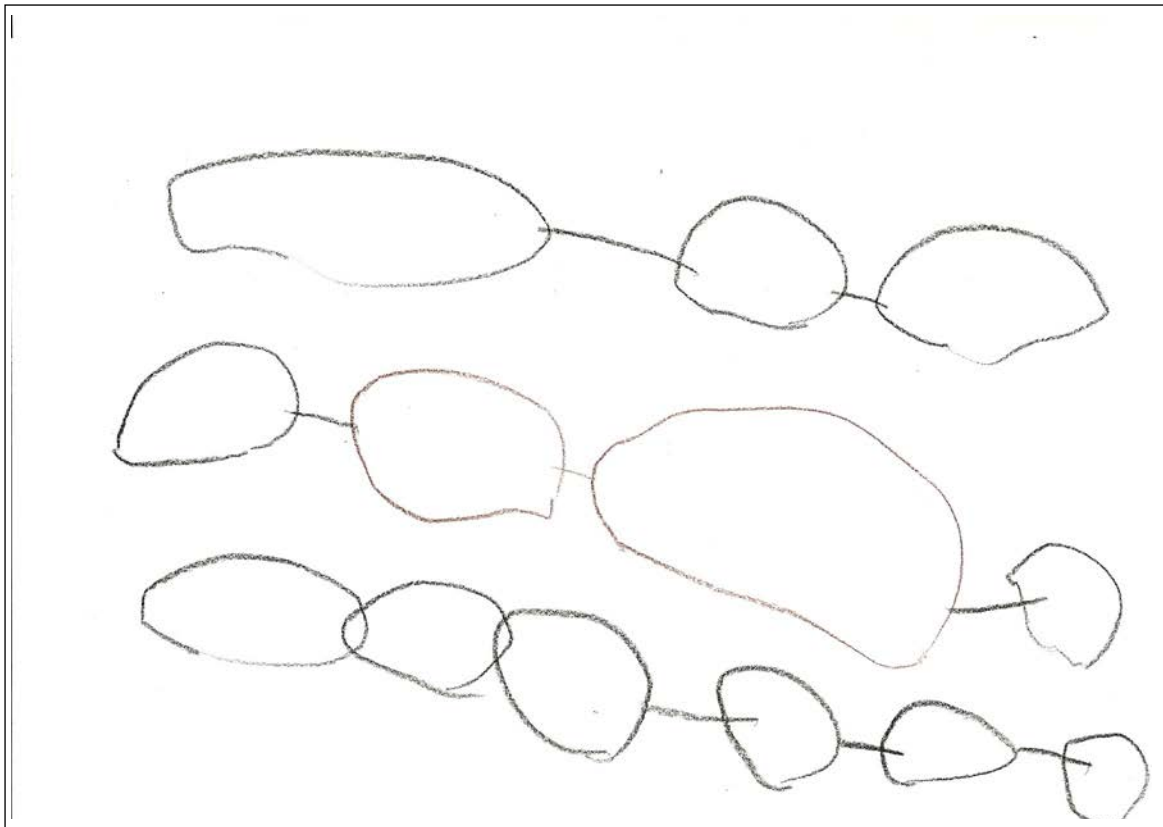


Lámina 3 – Tema: TEMA LIBRE Autor/a: Niño de 3 años

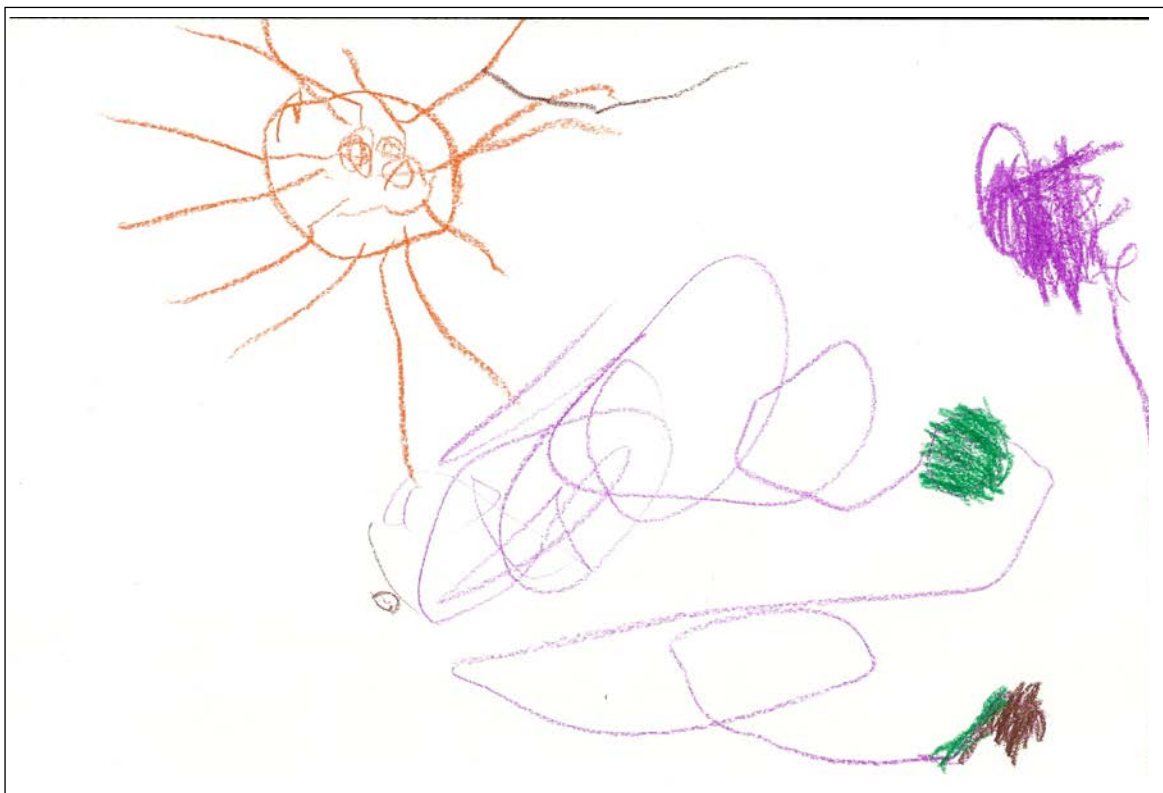


Lámina 4 – Tema: TEMA LIBRE Autor/a: Niña de 3 años

10.3. Prueba 2: Regalos de Reyes

Presentación

Como hemos indicado en la presentación de las pruebas, uno de los objetivos de la investigación era saber cuáles son los garabatos y combinaciones que realizan los niños y niñas de forma espontánea en los cursos de primero de infantil. En este caso, también queríamos presentarles una lámina que pudieran realizar con una relativa facilidad ya que en estas edades, 3 años, todavía garabatean, aunque también podemos encontrar algunos alumnos que ya realizan dibujos propiamente dichos.

Como esta prueba se realizó durante el mes de enero, decidimos aprovechar la cercanía de la pasada navidad y presentarles a los niños una actividad con la que queríamos averiguar cómo atribuían nombre a sus producciones y qué trazados utilizaban para representar sus regalos. De este modo podríamos conocer cuál era la intencionalidad que tenían los sujetos a la hora de hacerlos, puesto que los mismos garabatos tienen diferentes significados, y los pequeños atribuyen un nombre distinto para referirse a ellos. Es lo que Lowenfeld y Brittain (1972) denominan como *garabato con nombre*, y Lurçat (1980) o Sáinz (2003) llaman *ideogramas*.

La lámina se presentó a los pequeños de 3 años, con un total de 43 dibujos.

Lámina 5

En este trabajo de un niño encontramos una serie de garabatos tipo remolinos, que presentan la apariencia de una gran espiral que ocupa la casi totalidad de la lámina, aunque en realidad está formada por seis trazos, algunos de los cuales son espirales con dos o tres vueltas, mientras que otros forman un arco que ocupa la parte superior del dibujo; además encontramos una pequeña línea y un barrido en la parte inferior. La lámina la sitúa en posición horizontal y podemos observar que ocupa todo el espacio topológico. Ante la pregunta de qué significaba lo que había ejecutado, me dijo que era un gran sol. Considero que este niño realiza unos garabatos que no desarrollan correctamente el tema propuesto, y que lo mismo sucedería con otro tema que le plantease.

Lámina 6

Desde el punto de vista de la composición, encontramos en esta lámina realizada por una niña, un enorme agregado de grafismos geométricos, que dejan en su interior

pequeños espacios irregulares o rectangulares, dentro de los que traza pequeños barridos o formas irregulares.

Con la lámina en posición vertical, comenzó trazando una gran cruz que dividió el espacio topológico en cuatro partes, terminando con una línea diagonal ascendente en el tramo horizontal derecho. Remarcó la parte inferior del trazo vertical, y luego fue añadiendo los distintos elementos rodeando la cruz y envolviéndola por una línea curvada más o menos irregular en algunas zonas, y realizando líneas rectas horizontales y pequeñas formas curvas irregulares en el lado derecho. En el izquierdo, representó pequeñas formas curvadas a lo largo del eje vertical en las que hizo líneas rectas perpendiculares a este eje, y lo completó con formas irregulares y pequeños barridos, hasta completar lo que ella llamó *Árbol de Navidad*. En general, no guarda un gran parecido con la realidad, aunque mantiene alguna semejanza de aproximación a los elementos figurativos.

Lámina 7

En este trabajo, realizado por un niño, encontramos la incorporación del cromatismo a través del uso de ceras de distintos colores, llamando la atención la riqueza del colorido, que creemos está relacionada con la visión que tienen los pequeños de los regalos de los Reyes.

En este trabajo se han realizado un conjunto de garabatos que ocupan la totalidad de la lámina, que fue colocada en posición vertical. Al hablar con él, nos comentó que eran los distintos regalos que había pedido a los Reyes, y nos describió algunos aunque no había semejanza formal entre los mismos y los objetos que había pedido. Podemos observar un gran número de formas redondeadas, pequeños agregados, formas rectilíneas irregulares cerradas, formas triangulares, líneas rectas e incluso algunas letras, como la H o la S, y un elemento que repite con frecuencia y que se asemeja al número “8”. Observando este trabajo, creo que los pequeños identifican los garabatos cerrados con cosas físicas y objetos visibles, aunque no guarden ningún parecido con la realidad.

Lámina 8

Nos encontramos ante el trabajo de un niño realizado en un solo color, que traza una serie de grafismos que se encuentran distribuidos por toda la superficie, realizando un amasijo de formas tipo barridos, remolinos, bucles, cortos cicloides, etc., que conforman su lenguaje gráfico y ocupan de manera aleatoria la superficie de la lámina. Cuando

hablamos con él nos indicó que representaban *todos los juguetes* que le ha pedido a los Reyes. Observando esta lámina, pienso que se encuentra en una etapa alejada de la fase del garabato con nombre, y que hubiera representado de forma parecida cualquier otra temática que le hubiésemos planteado.

Lámina 9

Este trabajo corresponde a una niña que, evidentemente, ha superado la fase de los garabatos para comenzar a representar las primeras figuras. Así, podemos observar en la lámina dos elementos diferenciados; por un lado, un conjunto de renacuajos evolucionados, ya que todos tienen tronco añadido a la cabeza, y por otro, en el cuadrante inferior derecho, seis círculos dispuestos de tres en tres en dos líneas horizontales.

Los renacuajos, cuya disposición se encuentra inclinada con respecto al borde inferior de la hoja siguiendo la diagonal, se han realizado utilizando los grafismos elementales provenientes de los garabatos, es decir, una forma redondeada que representa la cabeza, dentro de la cual dibuja dos pequeñas espirales para representar los ojos y, una vez terminada la cabeza, le añade una forma ovoide que representa el cuerpo, en el que sitúa los brazos y piernas, los primeros con formas circulares y los segundos mucho más alargados. Podemos observar que las dos figuras de la parte superior carecen de piernas, y la figura central de la parte inferior carece de brazos, seguramente por no disponer de suficiente espacio a la hora de efectuarlos. En la charla posterior mantenida con la pequeña, me explicó que las cinco figuras eran las muñecas que había pedido a los Reyes, y los círculos dibujados en la parte inferior derecha representaban una máquina de escribir.

Lámina 10

En este dibujo, realizado por un niño, podemos observar que el autor se encuentra en los inicios de la representación figurativa, superando la etapa del garabateo para entrar en la fase en la que los dibujos aluden a sus referentes reales. Ante el tema planteado, representa el dibujo de un coche mediante una gran forma rectangular con dos pequeños círculos en la parte inferior que hacen referencia a las ruedas. Es un dibujo muy simple pero que tiene una cierta semejanza con el original, hasta el punto de poder identificarlo con él. El coche circula por una carretera, que ha realizado con un rectángulo ubicado bajo una de las ruedas; además, un pequeño barrido de color negro situado sobre el coche indica, según me señaló, el humo que sale del tubo de escape.



Lámina 5 – Tema: REGALO DE REYES Autor/a: Niño de 3 años

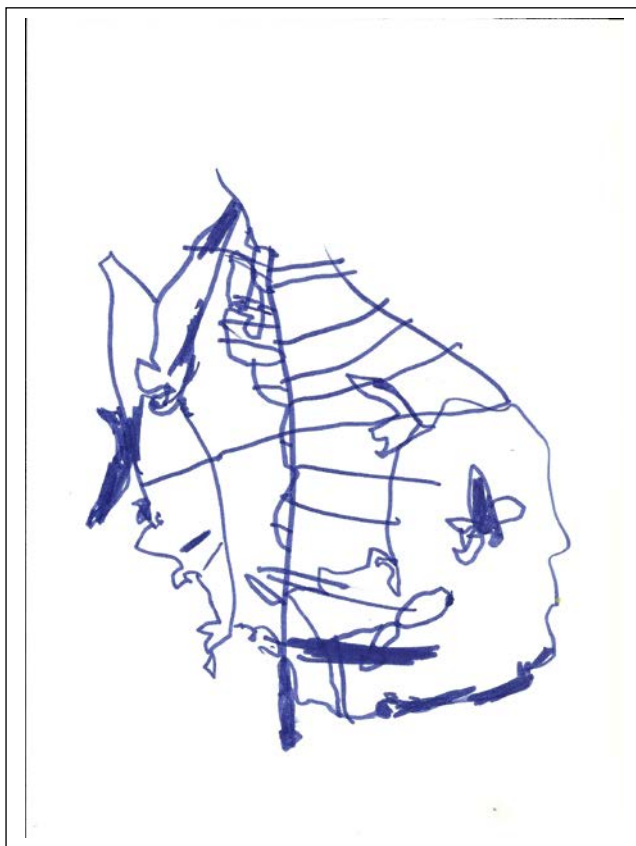


Lámina 6 – Tema: REGALO DE REYES
Autor/a: Niña de 3 años



Lámina 7 – Tema: REGALO DE REYES
Autor/a: Niño de 3 años



Lámina 8 – Tema: REGALO DE REYES Autor/a: Niño de 3 años

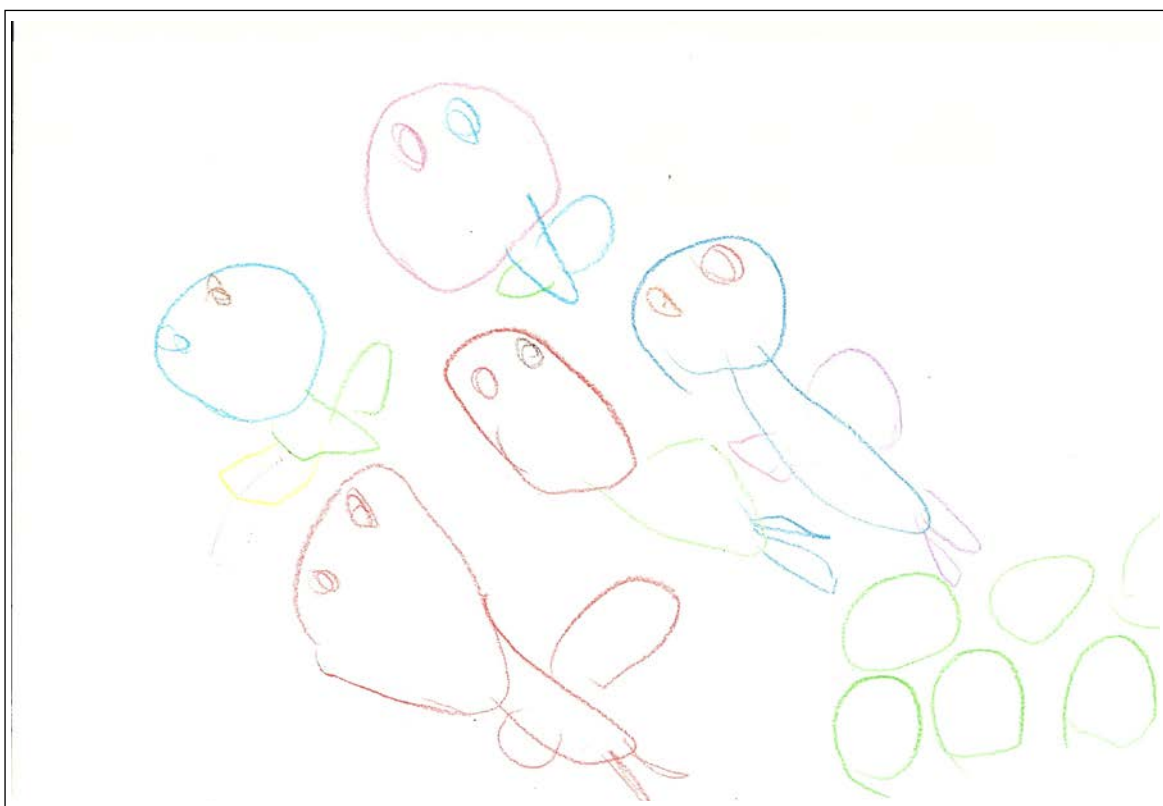


Lámina 9 – Tema: REGALO DE REYES Autor/a: niña de 3 años



Lámina 10 – Tema: REGALO DE REYES Autor/a: Niño de 3 años

10.4. Pruebas 3, 4, 5 y 6: Dibujo

Presentación

En este apartado he incluido cuatro pruebas que tienen cierta relación entre ellas, puesto que les pedí a los niños y niñas de los tres cursos de Educación Infantil que dibujaran el tema de la casa, aunque con algunas pequeñas variaciones.

Como ya he señalado, el tema de la casa tiene un especial significado para los pequeños, ya que está muy ligada a su desarrollo psicoafectivo, puesto que representa la primera imagen de seguridad e intimidad familiar, por lo que en general, podemos constatar que les gusta dibujar sobre esta materia y que es frecuente encontrar este tema entre sus producciones.

Desde el punto de vista de su construcción gráfica, la casa es realizada utilizando diversos agregados y diagramas, entre los que se encuentran cuadrados, triángulos, rectángulos, círculos, etc. procedentes de la etapa del garabateo, aunque ahora tiene una intencionalidad distinta a la de entonces, puesto que son los componentes elementales de sus dibujos.

La forma de representar la casa es muy parecida en niños y niñas de diferentes culturas, ya que en general suelen trazar un rectángulo que hace referencia a la fachada, a la que añaden un triángulo en la parte superior para indicar el techo. Más adelante, le van agregando otros diagramas como cuadrados, círculos o cruces para la chimenea, las ventanas o cualquier otro elemento.

Por tanto, y puesto que queríamos conocer cuáles son las formas geométricas más empleadas en el comienzo del dibujo y en qué elementos aparecen, así como saber cómo emplean los cuadrados, triángulos y círculos en los procesos de adición, y descubrir las distintas adiciones variadas que emplean en sus dibujos, nos pareció interesante repetir esta prueba, aunque con pequeñas variaciones, para que los sujetos no perdiesen el interés al repetir la misma prueba varias veces.

Señalar por último, que como podremos apreciar en algunas láminas, la construcción gráfica de la casa es diferente para niños zurdos o diestros, ya que los primeros tienden a dibujar la fachada principal en el lado derecho, donde colocan la puerta, mientras que los diestros dibujan en el lado izquierdo la fachada principal y en el derecho la fachada lateral.

Prueba 3: La casa

Lámina 11

Nos encontramos con la primera lámina que trata el tema de la casa, que junto al sol, constituyen uno de los “elementos más relevantes en el ámbito gráfico del niño” (Sáinz, 2003, p. 103).

En este caso, es creada por una niña de 3 años, que la dibuja como un gran ovalo cerrado, que ocupa la parte central e inferior de la lámina, colocada en posición vertical. Comenzó trazándola en el sentido contrario a las agujas del reloj, y al terminarla, fue necesario que rectificara para hacer coincidir el inicio y final, y así convertirla en una forma cerrada.

Dentro de ella podemos observar una serie de elementos de pequeño tamaño, entre los que se encuentran formas alargadas, ovaladas y una que recuerda a un triángulo. Las más pequeñas, que para la niña representan *muchas puertas y ventanas*, pueden estar totalmente coloreadas (5), parcialmente coloreadas (1) o sin colorear (2).

Lámina 12

Este dibujo está realizado por una pequeña de 3 años. Muestra un claro avance con respecto al anterior, ya que la casa, efectuada en la parte derecha de la lámina, es representada con un trazado triangular en el que dibuja unas líneas con las que intenta reflejar las tejas del tejado, del que sale una línea quebrada que imita el humo de la chimenea. Debajo del tejado ha trazado una figura que recuerda un rectángulo, que simboliza las paredes de la casa, y en la que ha destacado tres formas: una cuadrangular con un punto en su interior que hace referencia a la puerta, y dos formas redondeadas encima de la anterior en clara alusión a dos ventanas.

El resto de la lámina está ocupado por diversos elementos, entre los que se encuentran varios puntos y rectas de escasa longitud, formas redondeadas, una figura rectangular, pequeños cicloides... y algunas letras y números, generalmente invertidos, con los que intenta representar el resto de elementos de la casa: “este es el jardín, las flores...y esto es la piscina”. En la parte superior, dibuja una línea recta que representa el cielo, y una forma ovalada sobre él, “una nube”, nos indica.

Lámina 13

Esta lámina, ejecutada por un niño de 3 años, constituye un paso más en la representación de la casa, ya que intenta reflejar el interior de la misma.

En este caso, la casa es elaborada mediante un gran cuadrado situado en el centro de la lámina, la cual ocupa casi por completo. En la parte superior, ha dibujado dos chimeneas con forma de cuadrado, una en cada esquina, de las que salen humo, efectuado con dos cicloides situados uno en cada chimenea. Dentro de *la casa* se ha dibujado a él mismo en el centro, y a su alrededor ha trazado diversos elementos con los que representar los distintos objetos que hay en ella: una forma redondeada que parte del suelo en la que sitúa un pequeño círculo sirve para hacer la puerta, y diversas formas triangulares, cuadrangulares y rectangulares son utilizadas para las ventanas y armarios. Aparecen también tres pequeños cicloides, uno debajo de la casa, otro dentro de ella y el otro a la izquierda, y varios números en posición invertida en el exterior.

Lámina 14

Este dibujo ha sido representado por un niño de 4 años. Comenzó realizando una figura circular irregular, *la casa*, que ocupa la parte central-derecha de la lámina, dentro de la cual ha trazado diversos elementos, entre los que se encuentran varios círculos, líneas quebradas, una espiral, o un cicloide que en el segundo bucle hace un extraño quiebro; el centro está ocupado por el dibujo de dos caras de dos personas, dibujadas con dos formas circulares dentro de las cuales ha representado los distintos elementos de la cara con rayitas y pequeños barridos.

En la parte exterior, hay otros elementos, como una *puerta*, realizada con una forma ovoide encima de la casa, *la chimenea* con una forma irregular situada al lado de la puerta, *un sol* con rasgos animistas y coloreado de rojo, y otros, como una espiral, o figuras irregulares ejecutadas con líneas rectas, que no supo decirme que eran.

Lámina 15

Este dibujo ha sido elaborado por un niño de 4 años. Ha representado una gran casa, que ocupa prácticamente la totalidad de la lámina, y que resulta de la adición de varios rectángulos, cinco en total, que utiliza para trazar las distintas habitaciones, y un pequeño triángulo junto a dos rectángulos alargados en la parte superior, que hacen referencia al tejado, en el que sitúa una pequeña chimenea de la que sale humo.

En una de *las habitaciones* hay una puerta dibujada con un rectángulo con un punto en su interior; en otras, encontramos ventanas realizadas con círculos, y un garaje con una puerta rectangular de mayor tamaño y una ventana “llena de barrotes”, me dijo.

Fuera de la casa destaca un rectángulo, *la piscina*, con una pequeña escalera hecha con líneas rectas entrecruzadas. También encontramos dos caminos, uno que llega hasta

la puerta de la cochera y otro hasta la puerta principal, ambos con dos líneas curvas. En este último, se ha dibujado a él mismo de forma esquemática, con un círculo y líneas rectas y ha comenzado a dibujar a *un perrito*. En la parte superior derecha, ha representado “un sol muy pequeño, porque no me cabía”, ejecutado con un arco de círculo y varias líneas rectas que lo cortan.

Lámina 16

Este dibujo ha sido pintado por una niña de 4 años, que ha trazado dos casas, una mayor que la otra, siguiendo la misma estructura que suelen realizar la mayoría de los niños y niñas de estas edades. Comienza representando una fachada principal rectangular, en la que se sitúa la puerta y ventanas, y encima de ella hace un triángulo. A continuación encontramos una fachada lateral representada por otro rectángulo en el que se sitúan las ventanas y también una puerta; sobre esta fachada vemos una figura trapezoidal para el tejado. No ha dibujado la chimenea, que es otro de los elementos comunes a los pequeños de estas edades, pero en su lugar, ha representado el arco iris con dos líneas ligeramente curvadas hacia abajo y de la que parten pequeñas rayitas verticales que representan la lluvia.

Completa el dibujo un pequeño sol en la esquina superior izquierda; una piscina realizada con un círculo dibujado en el sentido contrario a las agujas del reloj dentro del cual se dibuja la propia autora; una escalera que parte de la puerta situada en la casa de mayores proporciones y que está efectuada por la adición de cuadrados de distinto tamaño, rodeados de una forma rectangular por el lado izquierdo, y por una forma curvada por el lado derecho a modo de barandilla; y un jardín situado en la parte inferior del dibujo, trazado con una forma irregular cerrada y alargada sobre la que se sitúan tres flores dibujadas con tres líneas rectas, encima de las que hace una forma circular.

Lámina 17

Este dibujo delineado por una niña de 5 años, no representa una casa unifamiliar como suelen hacerlo la mayoría de los alumnos de Educación Infantil, sino una de varias alturas, es decir, un edificio de pisos, aunque lo que llama especialmente la atención de esta lámina es la gran variedad de ventanas de distintas formas que ha representado la autora.

El dibujo en sí es muy simple: con la lámina apoyada en uno de los lados de menor tamaño, ha elaborado un rectángulo de gran altura sobre el que ha colocado dos triángulos que representan el tejado y, sobre uno de ellos, ha dibujado una chimenea,

con un cuadrado situado perpendicularmente a la línea del tejado, de la que sale humo que ha realizado con bucles. En un primer momento, intentó situar la chimenea perpendicularmente a la línea de base de la lámina, pero encontró algunos problemas para ello que intentó resolver añadiendo otro cuadrado. Al ver que no conseguía una solución satisfactoria, optó por cambiar la dirección de la chimenea y colocarla perpendicular al tejado.

Lo que llama la atención es la forma de las ventanas que ha colocado a lo largo de toda la fachada, ya que las hay en forma de cuadrados, rectángulos, triángulos, círculos o con algún lado curvo. Todas ellas tienen *barrotes* que las cortan, algunas tienen solo uno y otras dos, tres o cuatro. Observando el orden en el que fue realizándolas, de arriba hacia abajo, vemos que al inicio las ventanas tenían la forma tradicional que trazan la mayoría de los niños y niñas, es decir, un cuadrado cortado por una cruz, aunque poco a poco fue experimentando nuevas formas y nuevas maneras de plasmarlas, obteniendo resultados sorprendentes y muy gratos a la vista.

Lámina 18

Este dibujo fue efectuado por una niña de 5 años, en el que se representa la casa siguiendo el esquema normal en los pequeños de esta edad, con la fachada principal de forma rectangular, en la que se incluye la puerta y ventanas, en este caso de tamaño muy pequeño, y sobre la que se coloca un triángulo que hace referencia al tejado, con una ventana en su interior en forma de círculo. Además, añade un rectángulo que hace de chimenea, y una fachada lateral con tejado, ambos trazados con sendos cuadrados.

Lo primero que llama la atención es el lugar en el que se colocan las dos fachadas. Esta niña es zurda, y por este motivo sitúa la fachada principal en el lado derecho del dibujo, añadiendo la fachada lateral a su izquierda, la forma de construcción típica de estos niños.

Dentro de la casa se dibuja a ella misma con círculos, bucles y pequeños barridos para el pelo, rectángulos para las piernas, formas circulares para las manos y pies, y un añadido de rectángulos para representar el tronco. Fuera, dibuja un sol con un círculo cortado por numerosas rayitas y un árbol en la parte derecha de la lámina formado por un rectángulo y una línea que se cierra sobre sí misma.

Lámina 19

Este lámina está creada por una niña de 5 años. Comenzó trazando la línea de base sobre la que situó la casa, que ha dibujado con cuadrados, círculos, una figura

trapezoidal para el tejado de la fachada lateral, formas irregulares cerradas para el humo de la chimenea, etc. Como elemento a destacar, ha situado unas líneas paralelas entre ellas en el tejado que le sirven para representar las tejas, aunque con una inclinación de unos 70° que no coincide con la de ningún otro elemento de la casa.

Otros elementos que queremos señalar serían el árbol, dibujado con una pequeña línea recta que comienza desde el suelo representando el tronco. Poco a poco empieza a tomar una apariencia casi de un epicicloide para hacer las ramas y la copa, y vuelve a terminar con una recta que vuelve a hacer referencia al tronco y que acaba en el suelo. Aparecen también otros elementos, como los pájaros, realizados con trozos de bucles; un pequeño sol en la esquina superior derecha; una gran nube que ocupa la parte superior del dibujo trazada con una forma circular irregular cerrada; una flor junto a la casa cuyo tallo es una recta que termina en un círculo rodeado por un epicicloide y un coche formado por círculos en cuyo interior hay una cruz, líneas rectas, y formas irregulares circulares.

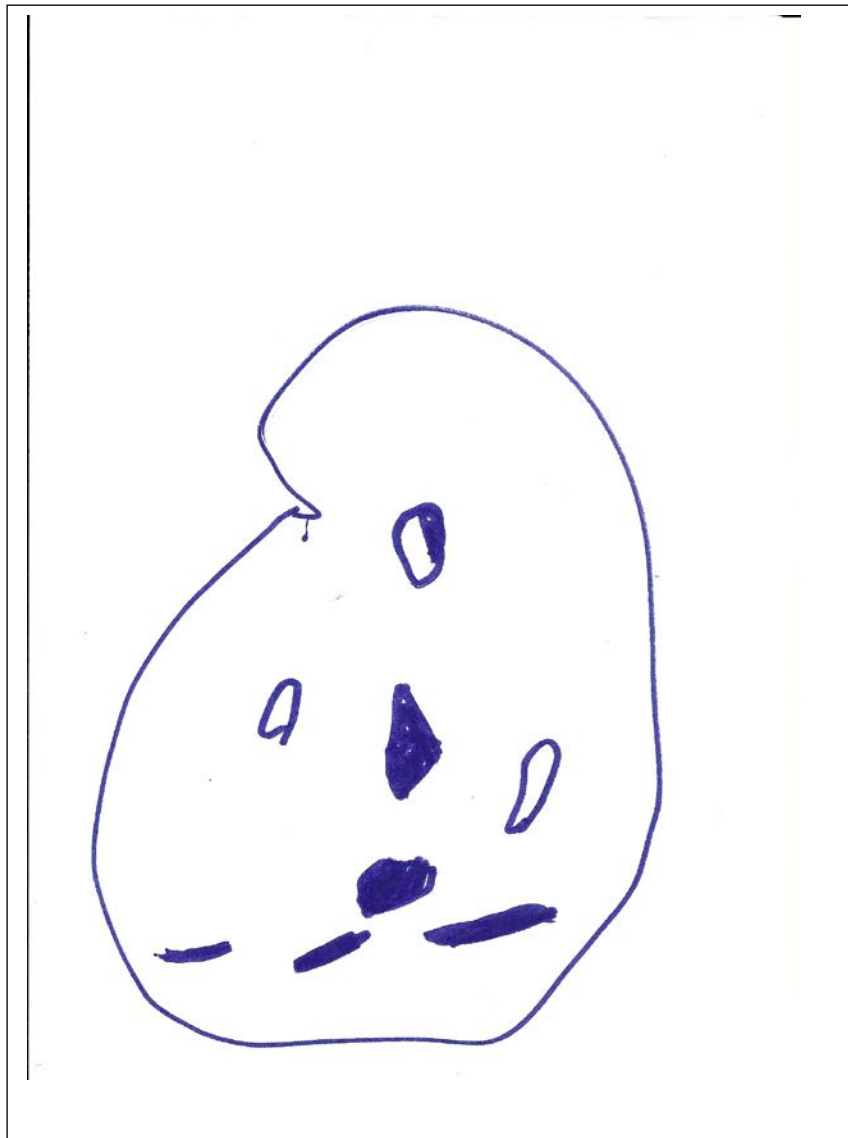


Lámina 11 – Tema: DIBUJO: LA CASA
Autor/a: Niña de 3 años



Lámina 12 – Tema: DIBUJO: LA CASA Autor/a: Niña de 3 años



Lámina 13– Tema: DIBUJO: LA CASA Autor/a: Niño de 3 años

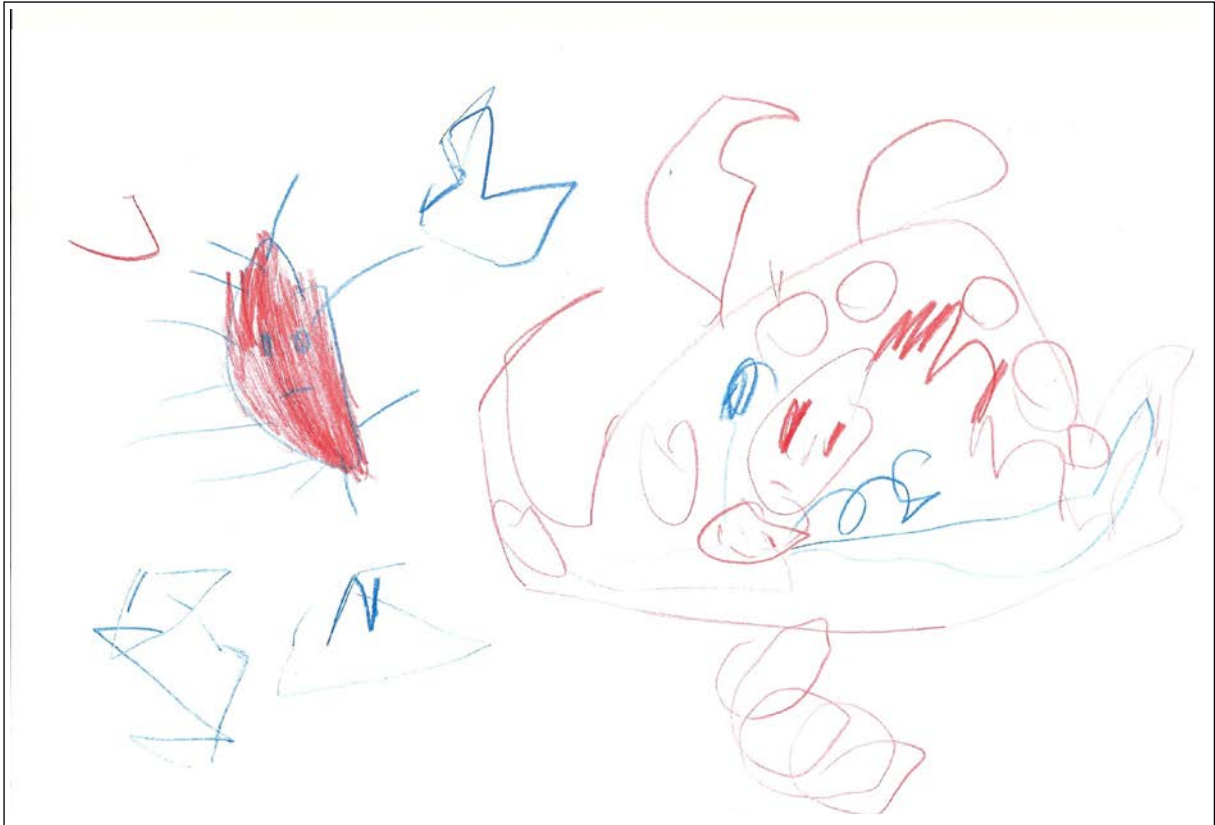


Lámina 14 – Tema: DIBUJO: LA CASA Autor/a: Niño de 3 años

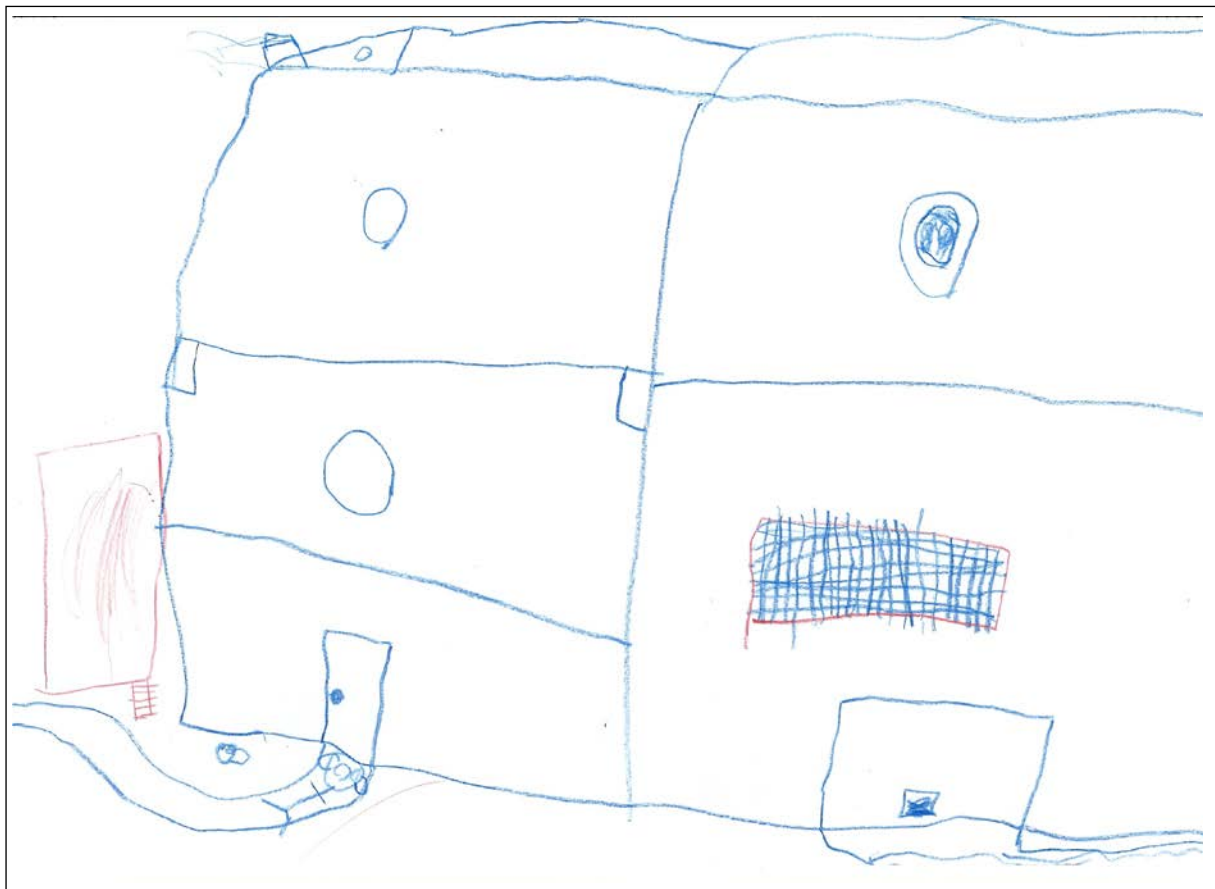


Lámina 15– Tema: DIBUJO: LA CASA Autor/a: Niño de 4 años

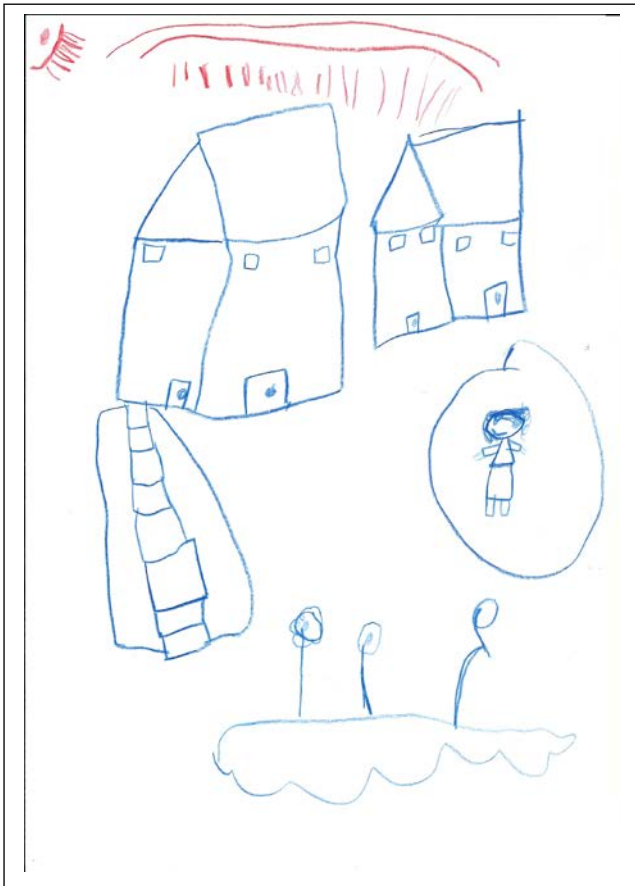


Lámina 16– Tema: DIBUJO: LA CASA
Autor/a: Niña de 4 años

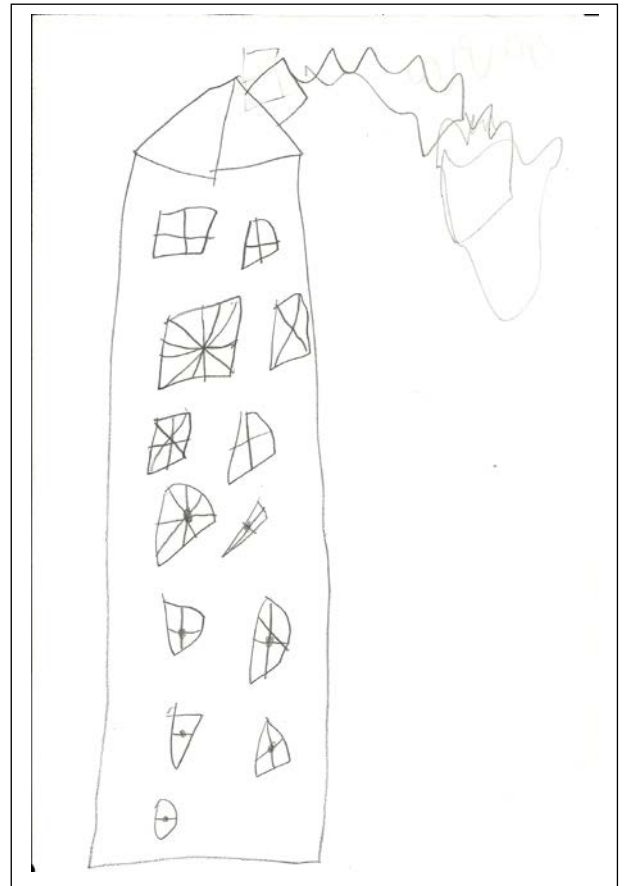


Lámina 17– Tema: DIBUJO: LA CASA
Autor/a: Niña de 5 años

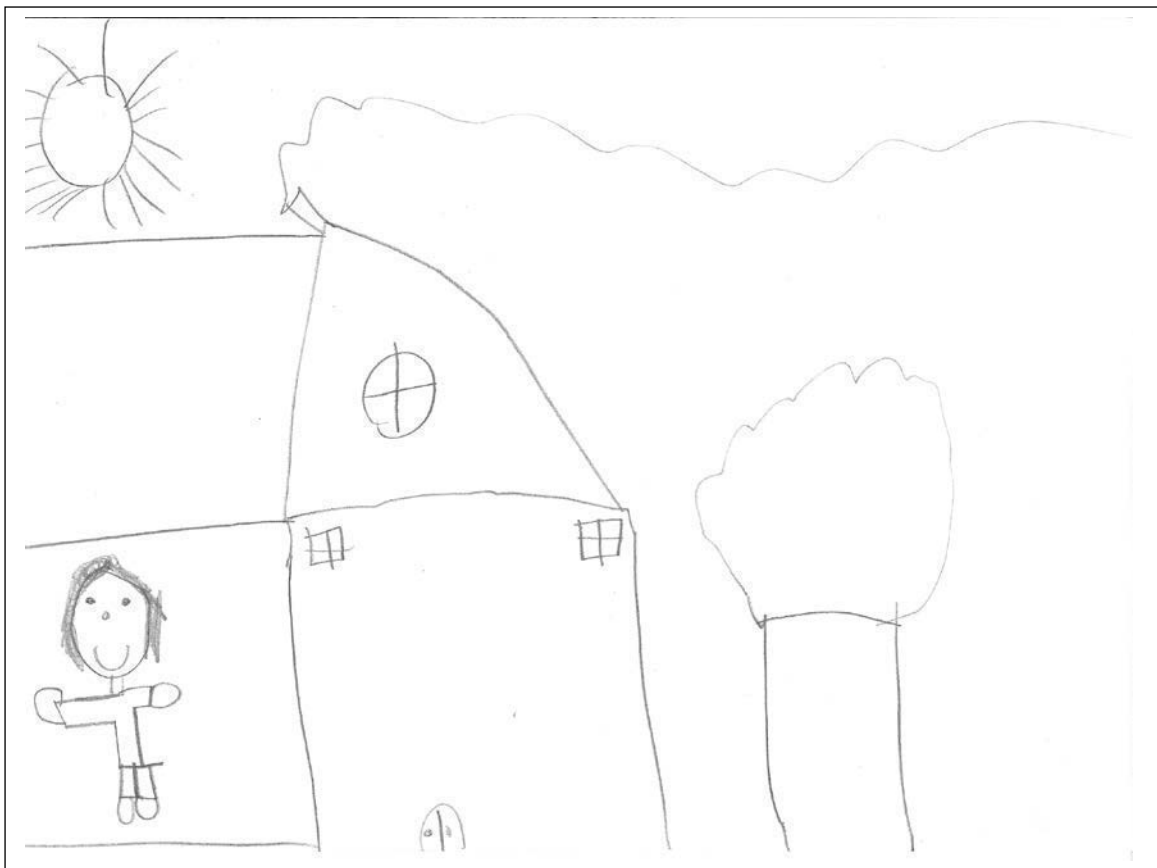


Lámina 18 – Tema: DIBUJO: LA CASA Autor/a: Niña de 5 años

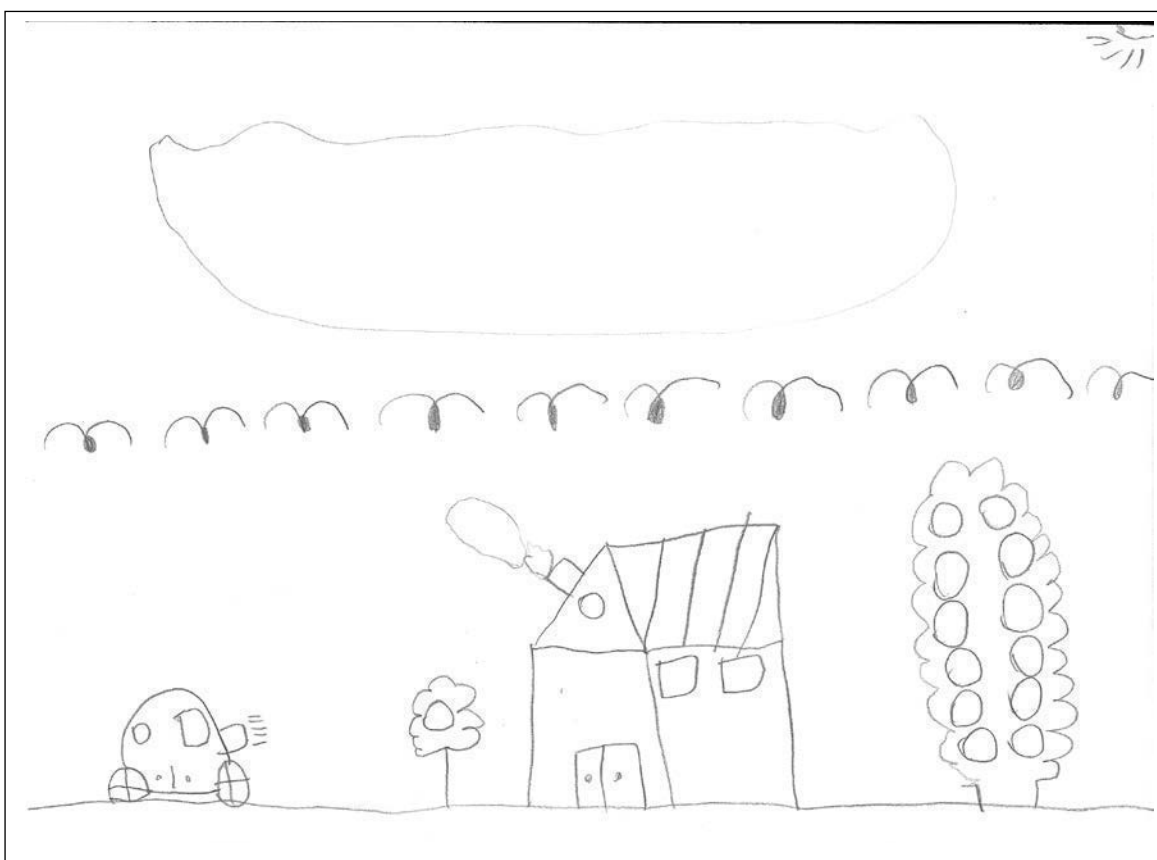


Lámina 19– Tema: DIBUJO: LA CASA Autor/a: Niña de 5 años

Prueba 4: La casa con árboles

Lámina 20

El dibujo fue efectuado por una niña de 4 años, que comenzó trazando dos cuadrados en la parte central de la lámina, uno de los cuales constituye la fachada y otro el tejado. En el primero, representa un pequeño cuadrado con un punto grueso en su interior, que le sirve para la puerta, otro cuadrado de igual tamaño situado en el centro y hacia la derecha, que hace referencia a una ventana, y seis cuadrados del mismo tamaño que coloca en la parte superior y que son otras seis ventanas. El tejado, que como hemos señalado no es el triángulo que suelen incorporar los niños y niñas de estas edades sino que tiene forma cuadrada, está atravesado diagonalmente por una serie de líneas paralelas entre sí que sirven para indicar las tejas. En la parte superior izquierda ha dibujado tres árboles siguiendo la misma estructura; traza un epicicloide que representa la copa del árbol, y posteriormente un rectángulo apoyado en uno de los lados más cortos, con el que se refiere al tronco. Cerca de ellos aparecen dos círculos, uno de los cuales presenta una pequeña rayita en la parte superior, que son las frutas del árbol.

En la parte derecha de la lámina, encontramos un sol con características animistas, que ha dibujado mediante un círculo y varias líneas perpendiculares a él; además, seis líneas rectas, verticales y paralelas entre sí que constituyen la lluvia, una forma irregular que posiblemente es una nube, y finalmente una figura humana resultado de la adición de un tronco rectangular con cuello, a un círculo que simboliza la cabeza, en la que hay dos ojos y el pelo. Las extremidades están realizadas con figuras triangulares alargadas, a las que se añaden los dedos, también triangulares, o con formas ovaladas.

Lámina 21

Este dibujo también está creado por una niña de 4 años. Esta pequeña comenzó dibujando en el centro de la lámina un rectángulo, al que añadió otro mucho más estrecho en la parte derecha. Dentro del primero, en la parte inferior, representa la puerta con un pequeño cuadrado con un punto en su interior, y sobre él, traza una chimenea esbozada con una figura rectangular cruzada horizontalmente por dos líneas rectas sobre la que sitúa un triángulo también atravesado por una línea recta horizontal.

En la parte superior encontramos varios elementos de izquierda a derecha. En primer lugar, la figura de un sol con carácter animista y delineado de perfil, a continuación una serie de nubes diseñadas, bien con una línea en zig-zag que se cierra sobre sí misma, o

bien con una figura rectangular o circular alrededor de las cuales traza diversos bucles. De una de las nubes, la situada más hacia la derecha, parten una serie de líneas rectas, cortas y verticales que figuran la lluvia.

En la parte inferior de la lámina, la niña ha representado el suelo con tres rectángulos alargados unidos entre sí por los lados más cortos. Sobre ellos ha situado la casa y un árbol, que ha dibujado a su lado con un tronco en forma de rectángulo, ramas y hojas hechas con formas ovaladas atravesadas por una recta, y círculos con un punto en su interior. Además podemos encontrar dos figuras humanas jugando con un balón, una de gran tamaño, su madre, y otra mucho más pequeña que utiliza para referirse a ella misma; ambas figuras están situadas sobre los rectángulos que constituyen el suelo, y están trazadas con círculos para reproducir la cabeza, rectángulos para el tronco y extremidades, pequeños bucles para los dedos de las manos, y barridos para el pelo.

Lámina 22

Este dibujo ha sido ejecutado por un niño de 4 años. El centro de la lámina está ocupado por un gran rectángulo que representa la fachada, sobre el que sitúa un triángulo con el vértice desplazado hacia la izquierda, que hace referencia al tejado.

El rectángulo que simboliza la fachada tiene en su parte inferior cinco puertas de diferentes formas y tamaños; de izquierda a derecha, la primera que encontramos es un círculo con un punto en su interior; luego aparece la clásica puerta rectangular, pero con la novedad de tener a modo de picaporte tres pequeños cuadrados en lugar del punto que ha dibujado en las demás; a continuación un triángulo apoyado en uno de sus lados, con una cruz en su interior y dos puntos; la siguiente es una forma ovalada dividida verticalmente por la mitad por una línea recta y con un gran punto en cada una de las dos mitades; y por último un pequeño rectángulo atravesado verticalmente por una línea recta y con un punto en el lado derecho. Todas las puertas están apoyadas en el borde de la hoja, que hace de línea de base, excepto la primera y la última que parecen *flotar*.

En el tejado ha trazado una serie de líneas horizontales y verticales para representar las tejas, una chimenea perpendicular al tejado de la que sale humo, y una antena de televisión realizada con una línea inclinada atravesada por tres pequeñas líneas paralelas entre sí. En el exterior, encontramos un árbol con frutas ejecutado mediante tres líneas curvas, dos de ellas para el tronco y la tercera para la copa del árbol; una figura en la parte derecha que reproduce a la luna, y tres figuras parecidas a la *luna* pero con una

línea recta en uno de sus extremos con las que hace referencia a las hojas que caen del árbol.

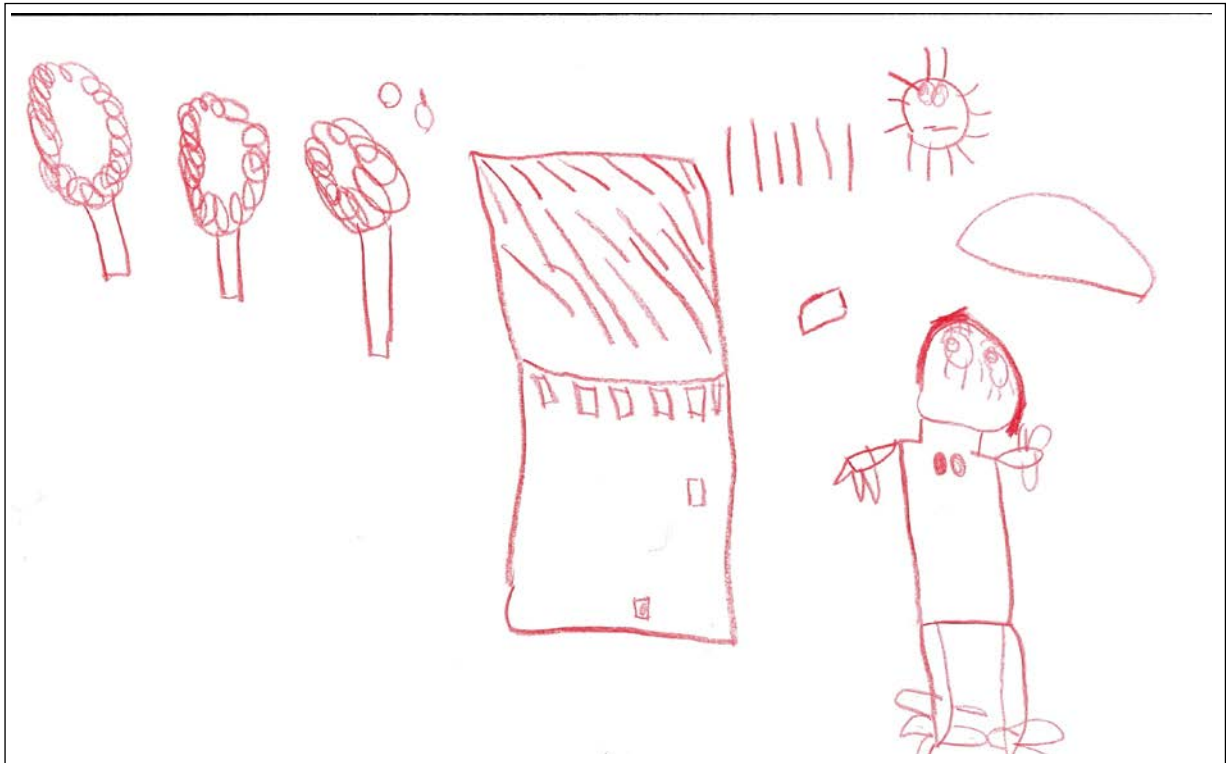


Lámina 20 – Tema: DIBUJO: LA CASA Y ÁRBOLES Autor/a: Niña de 4 años



Lámina 21– Tema: DIBUJO: LA CASA Y ÁRBOLES Autor/a: Niña de 4 años

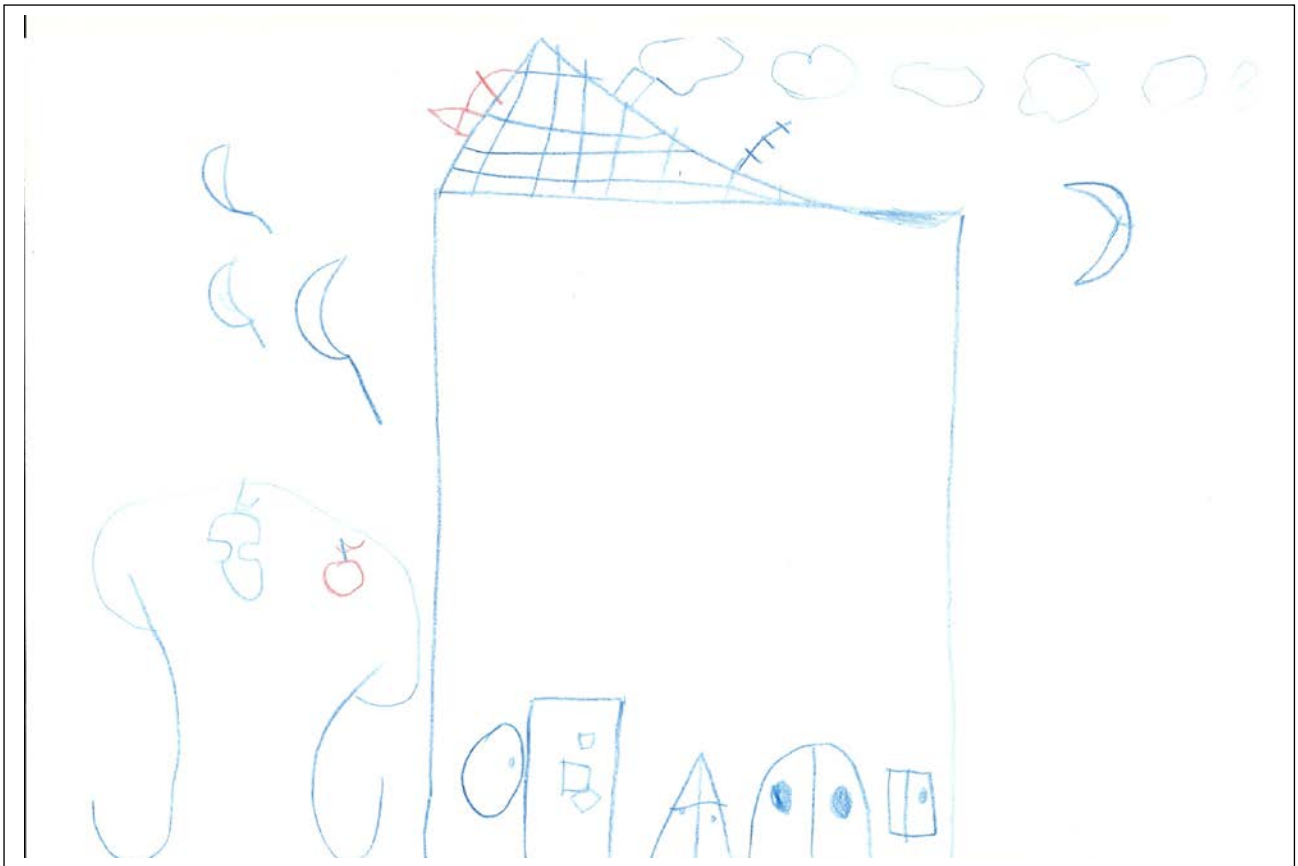


Lámina 22 – Tema: DIBUJO: LA CASA Y ÁRBOLES Autor/a: Niño de 4 años

Prueba 5: La casa y objetos

Lámina 23

Este dibujo ha sido creado por una niña de 5 años. Con la lámina en posición horizontal, comenzó con un rectángulo alargado para la fachada de la casa, y que estaba apoyado en uno de los lados más cortos. Dentro de él, encontramos una pequeña puerta con forma ovalada y dos ventanitas en la parte superior con una cruz en cada una de ellas para indicar las rejías. Sobre el rectángulo trazó un triángulo para el tejado, que completa con una ventana circular en la que hace una cruz, y una chimenea en forma de un cuadrado perpendicular a la línea del tejado, de la que salen dos líneas irregulares para el humo.

A ambos lados de la casa se observan una gran variedad de elementos. Comenzando desde la izquierda, dibuja dos setas mediante un rectángulo apoyado en uno de los lados pequeños sobre el que dibuja un triángulo. Entre ellas, encontramos una flor dibujada con una línea recta vertical sobre la que hace un círculo, y a su alrededor traza un epicicloide para los pétalos; utiliza pequeñas formas redondeadas para las hojas del tallo. A continuación aparecen cuatro árboles hechos con rectángulos sobre los que descansan unas formas irregulares redondeadas para la copa.

En el otro lado de la casa escribe su nombre y sobre él se dibuja a ella jugando con su mamá, utilizando para ello grafismos secundarios creados por ella misma, como puntos y formas de media luna para los elementos de las caras, la cruz con grosor para los cuerpos en los que ha unido los brazos y el tronco, formas circulares para las manos y pies, un doble rectángulo unido para los pantalones o unos casquetes alargados para el pelo. A continuación, dibuja varias setas y flores siguiendo el mismo esquema.

En la parte superior de la lámina aparece un pequeño sol en la esquina izquierda, y quince nubes mediante epicicloides que ocupan toda la longitud del folio.

En este dibujo podemos observar que la autora ha unido grafismos geométricos primarios nacidos en la etapa del garabateo, con otros secundarios fruto del proceso de creación y adaptación que la niña ha generado para construir nuevos trazados.

Lámina 24

Este dibujo corresponde a una niña de 5 años. Comenzó colocando la lámina en posición horizontal, y en el centro, apoyado sobre la línea de tierra, traza un cuadrado sobre el que sitúa un triángulo, siguiendo el modelo que suelen utilizar los niños de

estas edades. A continuación dibuja los distintos elementos que completan su trabajo: inicialmente, otro cuadrado dentro del anterior, apareciendo en forma de puerta y en la parte superior dos ventanas con cruces; en el tejado encontramos una ventana circular con una cruz en su interior, y rodea toda la fachada de la casa con una hilera de puntos que unen la puerta y las ventanas. Sobre el tejado aparece una chimenea mediante un cuadrado perpendicular a uno de los lados del triángulo, de la que sale humo, que esta niña ha hecho mediante una línea quebrada.

Una vez que ha terminado la casa, comienza a trazar los distintos elementos que la rodean. Hace, en primer lugar, una valla a ambos lados mediante dos líneas paralelas al suelo, separadas unos dos centímetros entre ellas y a la altura del tejado, de la que parten una serie de líneas paralelas entre si y perpendiculares a las dos anteriores que asemejan a los postes. Entre cada poste dibuja una flor con una línea recta sobre la que hace un círculo que rodea con epicicloides. También dibuja dos árboles con líneas rectas sobre las que descansan sendos círculos.

En la esquina superior izquierda encontramos un sol, una nube hecha con epicicloides, siete pájaros dibujados mediante dos bucles, y su propio nombre.

Lámina 25

Este dibujo ha sido pintado por un niño de 5 años. Con el folio en posición vertical trazó un gran rectángulo apoyado sobre uno de sus lados más cortos, y sobre él efectuó un triángulo para señalar el tejado de la casa. A continuación dibujó una pequeña puerta en la parte inferior de la fachada mediante un cuadrado dividido en dos partes por una línea vertical que lo atraviesa. En la parte superior encontramos dos pequeñas ventanas con dos cuadrados que, dentro de los cuales, realiza líneas rectas verticales y horizontales para los barrotes.

En el tejado traza una ventana con forma redonda en la que incluye una cruz para los barrotes. En la parte superior izquierda, a modo de tejado, no encontramos la típica forma trapezoidal que realizan la mayoría de los pequeños de estas edades, sino que podemos ver un rectángulo alargado que se prolonga hasta el borde izquierdo de la lámina.

Completa el dibujo añadiendo otros elementos, entre los que se encuentra el propio autor, que aparece en el lado derecho de la casa, mediante círculos y formas desarrolladas por él para representar los demás elementos del cuerpo, como pueden ser la unión del brazo y la mano mediante una forma rectangular en cuyo extremo aparece

una línea en zig-zag para los dedos de la mano, o la unión de la pierna y el pie con un rectángulo acabado en una forma circular. También aparece un perro dentro de la casa que ha creado mediante un círculo para la cara, en la que incluye otros dos pequeños círculos para los ojos y una forma irregular para el cuerpo, además de las tres patas y la cola.

Completan el dibujo cuatro flores realizadas con cuadrados, círculos y bucles, un sol en la esquina superior izquierda, cuatro pájaros mediante una especie de “V” inclinada, y su propio nombre en la parte superior derecha.

Lámina 26

Esta lámina fue realizada por un niño de 5 años. Situando la hoja en posición vertical, comenzó escribiendo su nombre en la parte superior izquierda. A continuación dibujó la fachada de la casa con un gran rectángulo, cuyo lado superior se encuentra ligeramente inclinado hacia la derecha, lo que determinó que el triángulo que hace de tejado presente una inclinación que no es la que suelen realizar los niños de estas edades, puesto que uno de los lados del tejado se representa verticalmente con respecto al suelo.

Dentro de la casa incorpora la puerta en forma de rectángulo con un punto en su interior y las ventanas mediante dos rectángulos con una cruz. En el interior del tejado dibuja una ventana con un círculo dentro del cual traza una cruz, y también hace un rectángulo sobre el que sitúa una pequeña figura humana que reproduce a un “niño pequeño que va a acostarse”. Sobre el tejado dibuja una chimenea -con una forma rectangular perpendicular a él-, de la que sale humo representado con una línea irregular.

A continuación decide ampliar la casa y lo hace de una manera un tanto especial: continúa hacia la derecha e izquierda la línea de separación entre la fachada y el tejado, y por encima de ella, en la parte exterior de la casa, hace cuatro pequeñas ventanas con cuadrados en los que incluye una cruz. En el interior de la casa dibuja dos pequeñas ventanas con la misma forma, pero por la parte inferior de la línea que separa la fachada y el tejado. También representa la acera de la calle debajo de la puerta mediante un rectángulo en el que hace líneas rectas paralelas entre sí y de diferente longitud.

Otros elementos que aparecen en este dibujo son dos figuras humanas bastante primarias en sus trazados, pero fácilmente identificables por sus rasgos generales. Hay una figura mayor que la otra y representan a los dos hermanos que viven en la casa. Ambos están realizados mediante círculos para la cabeza y los distintos elementos de la

cara –como los ojos o la nariz-, una rayita para la boca y unas formas triangulares y ovoides para cada uno de los cuerpos. Los pies son trazados mediante formas circulares, y los brazos y manos no aparecen. En la parte izquierda encontramos dos figuras que representan a árboles, y que este pequeño dibuja mediante unas formas muy parecidas a una de las personas esbozadas, mediante una forma triangular terminada en dos círculos, uno sobre el otro, en cuyo interior aparecen varias pequeñas formas circulares para indicar las frutas. Termina el dibujo con una nube de la que cae la lluvia, realizadas mediante un remolino del que parte una línea vertical.

Lámina 27

Nos encontramos con el trabajo de una niña de 5 años que dibuja una casa en el campo, rodeada de árboles, plantas y pájaros.

La escena se compone de una casa situada en el centro de la lámina, que ha sido efectuada mediante rectángulos, cuadrados, triángulos, un epicicloide y una forma semicircular con un punto en su interior. A su izquierda aparecen tres personajes, el padre, la madre y la autora, realizados con un esquema parecido utilizando grafismos geométricos primarios, nacidos en la etapa del garabateo, como un círculo para la cabeza, barridos para el cabello, o rayitas y puntos para los elementos de la cara; también utiliza grafismos secundarios como producto de la adaptación y creación de la niña para responder a las necesidades de construir nuevos trazados, como pueden ser las uniones del tronco y el cuello, del brazo y mano, o las piernas y pies.

A la izquierda de estas figuras ha dibujado una casita de pájaros con un pájaro descansando en ella, mediante triángulos, círculos y líneas rectas. Sobre ellas aparecen cinco pájaros volando trazados mediante formas ovoides, círculos, puntos y pequeñas rayitas. También incluye un sol sonriente que observa esta escena, con un círculo, puntos y pequeñas rayitas.

En el lado derecho de la casa encontramos tres setas dibujadas con pequeños rectángulos sobre los que esboza un triángulo, tres árboles de gran tamaño mediante un rectángulo colocado en posición vertical sobre el que realiza una forma irregular cerrada y también incluye un pájaro que sigue el mismo esquema que los anteriores.

Esta niña ha incorporado la línea de base mediante barridos y una línea quebrada en forma de diente de sierra en la parte inferior de la hoja, pero no ha situado sobre ella a ninguno de los elementos que ha dibujado, exceptuando la casita de pájaros.

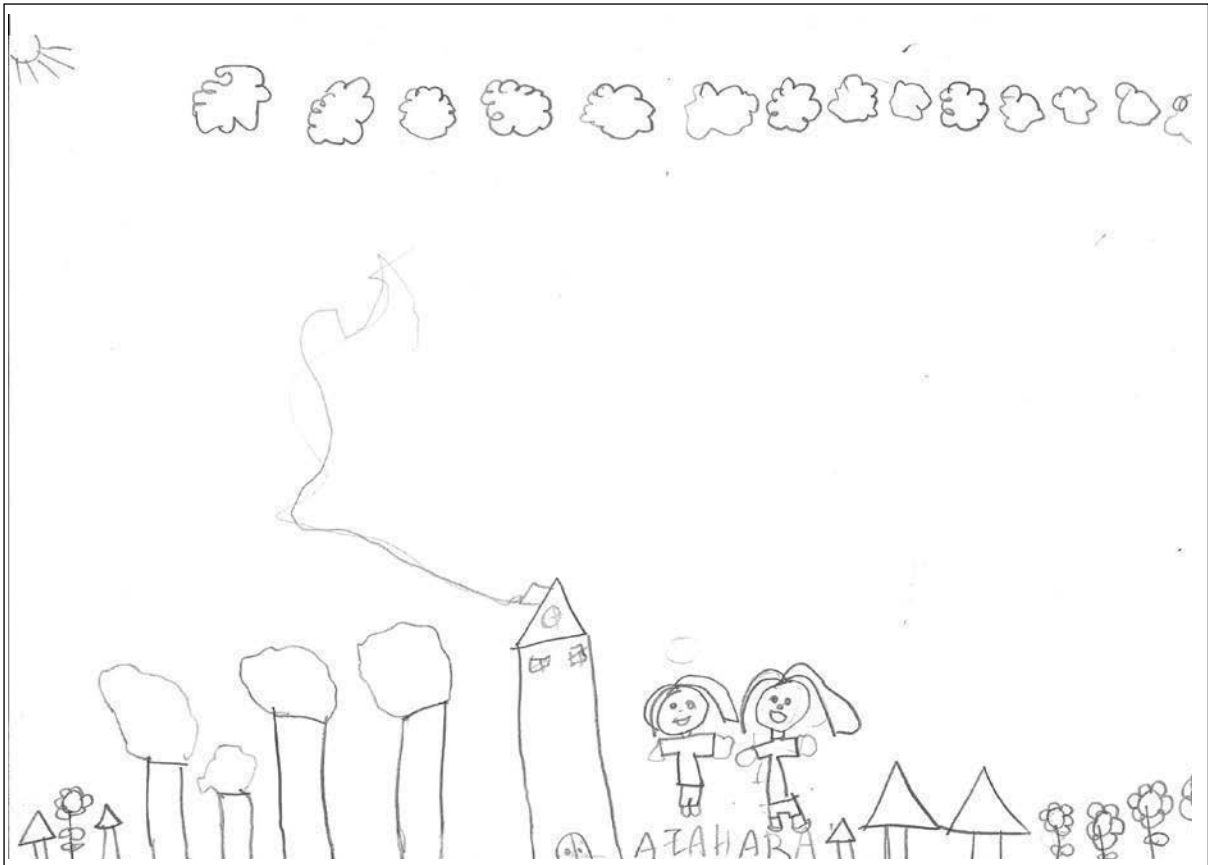


Lámina 23– Tema: DIBUJO: LA CASA Y OBJETOS Autor/a: Niña de 5 años



Lámina 24– Tema: DIBUJO: LA CASA Y OBJETOS Autor/a: Niña de 5 años

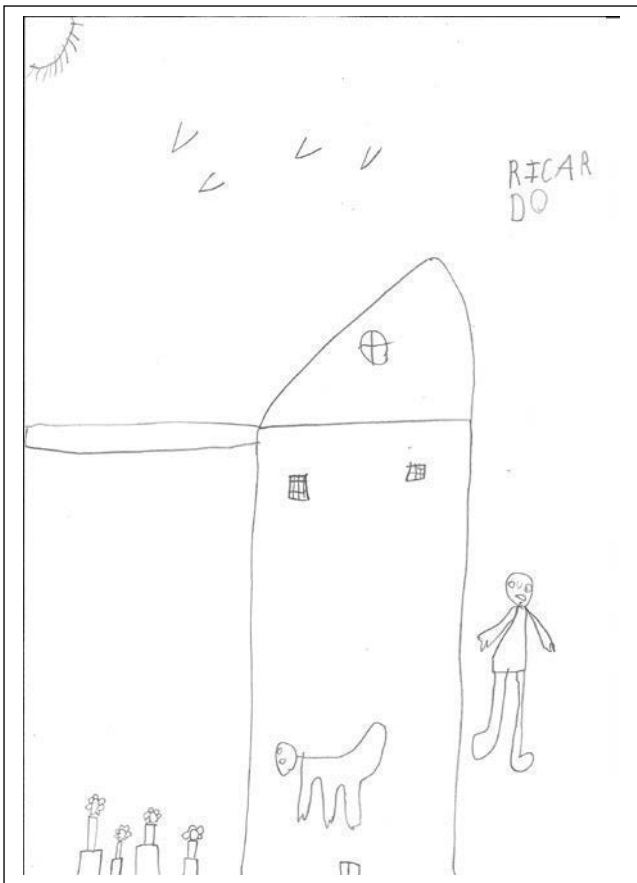


Lámina 25– Tema: LA CASA Y OBJETOS
 Autor/a: Niño de 5 años

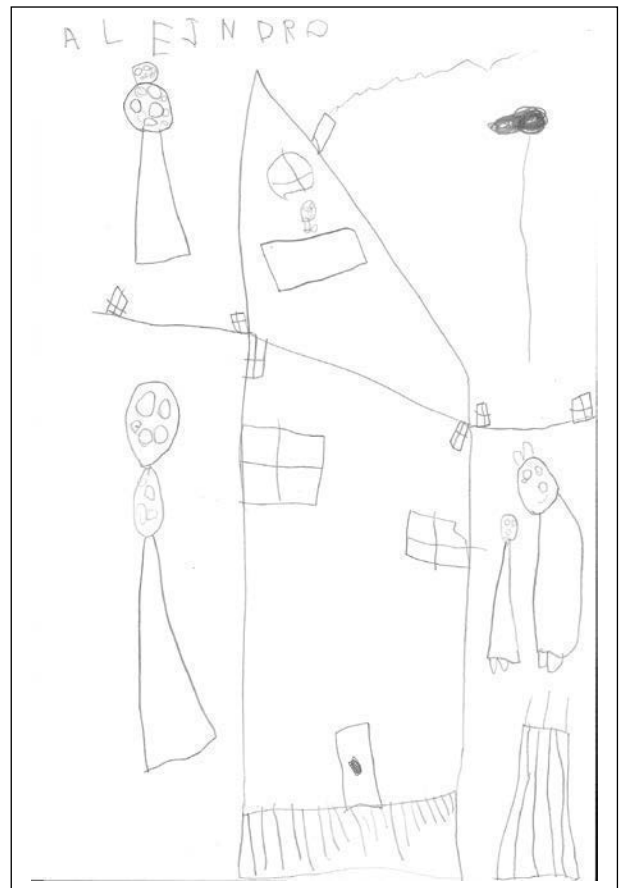


Lámina 26– Tema: CASA Y OBJETOS
 Autor/a: Niño de 5 años



Lámina 27– Tema: DIBUJO: LA CASA Y OBJETOS Autor/a: Niña de 5 años

Prueba 6: El colegio

Lámina 28

Este dibujo ha sido delineado por un niño de 4 años. Inició su trabajo situando la lámina en posición horizontal y, aproximadamente en el centro de ella, trazó un rectángulo apoyado en uno de los lados de menor tamaño. Dentro de él hizo otro en la parte inferior con un gran punto en su interior, representando la puerta, y junto a él otros dos más para las ventanas de las clases.

El resto del espacio de la fachada lo rellenó con siete cuadrados de distintos tamaños dispuestos en tres alturas, que también hacían referencia a las ventanas. A continuación del primer rectángulo realizado para la fachada, traza un cuadrado con quince ventanas dispuestas en cuatro filas; las ventanas tienen formas rectangulares y cuadradas.

Sobre la fachada principal, este niño hace un triángulo para representar el tejado, pero dibuja un triángulo rectángulo que se apoya sobre uno de los catetos, y dentro de él sitúa una ventana de forma redondeada. Al lado dibuja un cuadrado que simboliza el resto del tejado.

En la parte izquierda de la lámina ha incorporado la zona del recreo. Para ello traza dos grandes árboles con dos rectángulos sobre los que dibuja sendos epicicloides, y entre ellos hace un gran rectángulo que constituye el patio de juegos.

Lámina 29

La autora de esta lámina es una niña de 4 años. Para crear su colegio efectuó una gran forma rectangular dentro de la cual dibujó dos puertas y tres ventanas llenas de barrotes. Sobre las puertas trazó un rectángulo alargado en el que intentó escribir el nombre del colegio utilizando cuatro letras -dos "O", la "M" y la "A"- . Encima de la fachada situó un triángulo que hace referencia al tejado. Además rodeó todo el edificio del colegio con una línea irregular cerrada con forma prácticamente de cuadrado para la zona de recreo.

Fuera de esta línea, dibujó dos árboles, uno a cada lado del colegio, mediante dos líneas rectas unidas en su parte superior por un epicicloide. En uno de los árboles utiliza formas creadas por ella para representar flores y frutos. En la parte izquierda dibuja una flor con una línea recta, círculos y epicicloides.

Lámina 30

El dibujo del colegio es realizado por una niña de 4 años. Al igual que la mayoría de sus compañeros comienza dibujando, en la parte central de la lámina, una gran figura cuadrangular que representa la fachada del colegio. Dentro de ella, sitúa una puerta mediante un rectángulo con un gran punto en su interior. En la parte superior traza un rectángulo alargado en el que incluye las ventanas mediante cinco cuadrados con una cruz en su interior. Sobre esto dibuja el tejado a través de un cicloide con los bucles hacia abajo.

A la derecha del colegio y debajo de él, incluye la zona de juegos y las pistas del colegio por medio de unos rectángulos en cuyo interior sitúa verticalmente varias líneas rectas. A la izquierda, debajo de un gran sol, dibuja el campo de futbol y las porterías utilizando una serie de cuadrados y rectángulos.

Lámina 31

Este dibujo lo ejecutó un niño de 5 años, que representa el colegio como un gran edificio de varias plantas. Para ello, con la lámina en posición vertical, comenzó dibujando un rectángulo apoyado en el borde del folio, dentro del cual sitúa una puerta con un gran punto en su interior, y cuatro ventanas con formas cuadradas, colocadas de dos en dos a cada lado de la puerta, una sobre la otra.

Sobre este rectángulo dibuja otro de tamaño parecido y también con una puerta y cuatro ventanas de forma cuadrada, pero esta vez las ventanas están alineadas sobre la puerta. La tercera planta del edificio es muy similar, con la puerta y las cuatro ventanas prácticamente iguales, aunque el rectángulo que incluye en esta planta es un poco más pequeño. La cuarta y última planta está constituida por un rectángulo algo menor, y en ella solo sitúa cuatro ventanas en una fila y en la parte superior.

En el lado derecho, en la parte inferior, se dibuja el autor de esta lámina mediante grafismos primarios provenientes de la etapa del garabateo, como pueden ser los círculos, rayas o puntos, junto a grafismos secundarios elaborados por él para dar respuesta a las distintas necesidades para construir nuevos grafismos, como puede ser la cruz con volumen mediante la que une el cuello, tronco y brazos o la unión de dos rectángulos para los pantalones. En la parte superior dibuja un sol y tres pájaros también gracias a formas elaboradas por él, mediante las que une el cuerpo, las alas y la cola de cada pájaro.

Lámina 32

Esta lámina la efectuó una niña de 5 años. Con la hoja en posición vertical comenzó dibujando un gran rectángulo que ocupa algo más de la mitad inferior. Como es común en la mayoría de los alumnos, hizo un cuadrado para representar la puerta y una ventana y esta última con una cruz en su interior. A continuación, como si se tratara de una transparencia, decidió dibujar el interior del colegio, más concretamente su clase.

Mediante un rectángulo en el que escribió los números del 1 al 5, la palabra “sol” y una pequeña suma, representó la pizarra. A continuación quiso dibujar las sillas y mesas donde ellos trabajan, para lo que realizó un rectángulo en la parte inferior izquierda, del que salían dos líneas rectas para las patas de la mesa. Tuvo problemas para trazar la silla, que en un primer momento intentó colocar de lado, pero que finalmente situó entre las dos patas de la mesa. En la parte superior dibujó otra mesa y colocó a su alrededor siete sillas realizadas mediante cuadrados y dos líneas que representan las patas.

Completó el dibujo con él mismo dentro de la clase y con un sol en el cielo, una nube hecha con epicicloides y seis pájaros trazados con dos mitades de círculos, forma aprendida seguramente de los adultos.

Lámina 33

Este dibujo de una niña de 5 años es distinto al de los demás, puesto que cuando se le planteó dibujar el colegio, no realiza el edificio sino los elementos que lo rodean o están dentro de él. De esta manera comenzó dibujando los *muebles* mediante un rectángulo al que añadió otros dos más, y que situó prácticamente en la parte inferior del centro de la lámina. Sobre la esquina superior izquierda incluyó un rectángulo en el que situó *los desayunos*. A la derecha de esta estructura incorpora el campo de fútbol y una canasta de baloncesto, mediante rectángulos, cuadrados, líneas que se cruzan, semicírculos, etc. todos grafismos primarios provenientes de la etapa del garabateo. A la izquierda dibuja un árbol a través de una línea recta para el tronco, a continuación un epicicloide para la copa del árbol y otra línea recta que delimita el tronco.

En el cielo aparecen elementos muy variados. En la parte superior dibuja doce nubes alargadas y de pequeño tamaño por medio de formas redondeadas, en la parte derecha un sol con rayos de distinta longitud, un avión animado y sonriente constituido por una forma ovalada y tres trozos de cicloide para las alas y la cola y diez corazones distribuidos alrededor del avión terminan por completar el dibujo.



Lámina 28– Tema: DIBUJO: EL COLEGIO Autor/a: Niño de 4 años



Lámina 29– Tema: DIBUJO: EL COLEGIO Autor/a: Niña de 4 años

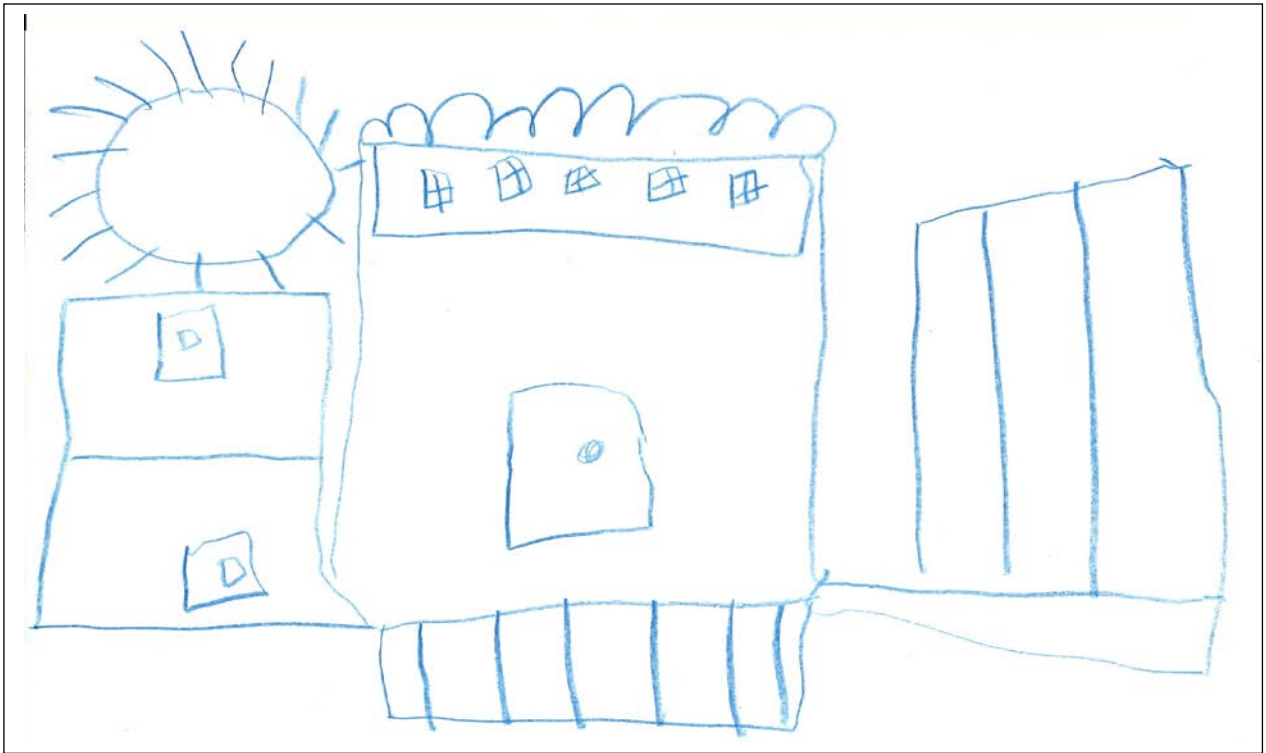


Lámina 30– Tema: DIBUJO: EL COLEGIO Autor/a: Niña de 4 años

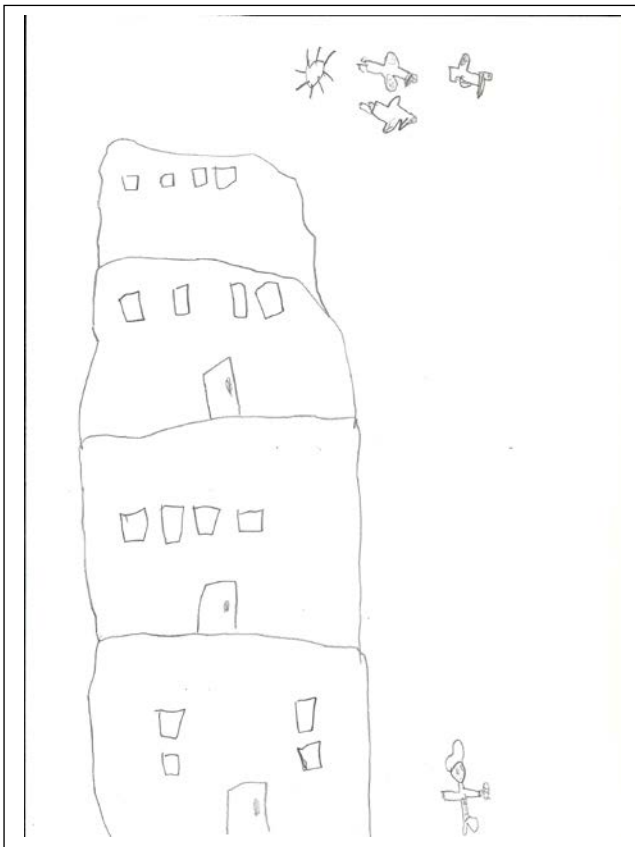


Lámina 31– Tema: DIBUJO: EL COLEGIO Autor/a: Niño de 5 años

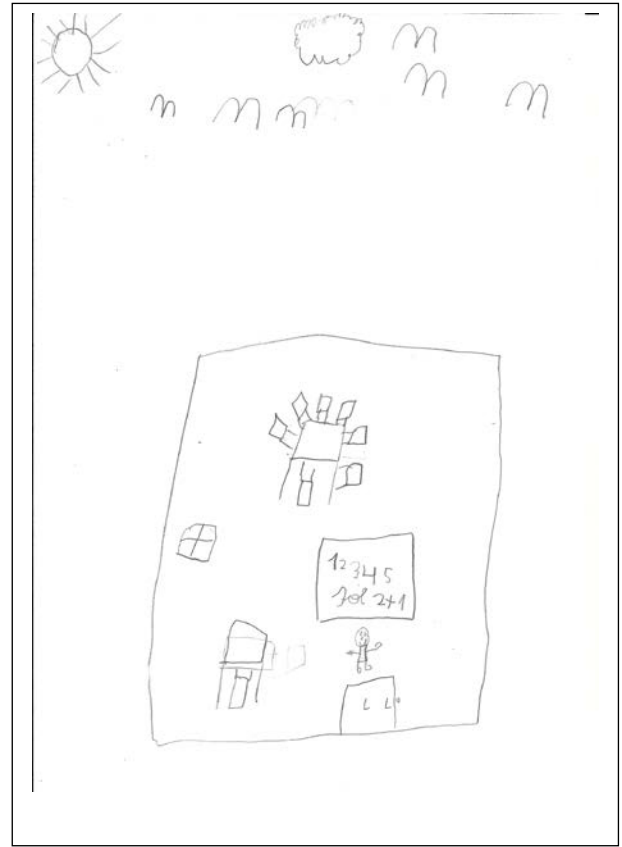


Lámina 32 – Tema: EL COLEGIO Autor/a: Niña de 5 años



Lámina 33 – Tema: DIBUJO: EL COLEGIO Autor/a: Niña de 5 años

10.5. Prueba 7: La familia

Presentación

Con esta prueba queríamos conocer qué figuras geométricas emplean los pequeños para dibujar la figura humana, cómo las combinan y se producen las distintas adiciones y qué elementos emplean en las distintas partes de las figuras. Por tanto, y como ya hemos señalado, esta es otra de las pruebas que requiere un análisis de corte cualitativo debido a la forma de plantearla, sin ninguna restricción a la hora de ejecutarla.

Decidimos realizar esta prueba a los pequeños de 3 y 4 años, ya que el dibujo se inicia mayoritariamente a los 4 años, cuando comienzan a representar objetos de la vida real o imaginarios, nos pareció interesante llevar a cabo esta prueba a niños de 3 años, para poder analizar los inicios de la figura humana, puesto que algunos pequeños de esta edad ya comienzan a realizar dibujos propiamente dichos.

Los niños comienzan a dibujar la figura humana partiendo de un círculo del que surgen distintas líneas en su contorno que representan a los brazos y las piernas. En su interior efectúa pequeños círculos, puntos o rayitas para simbolizar los distintos elementos de la cara. A este primer trazado de la persona se le denomina renacuajo, y es común a todos los niños y niñas del mundo.

Con el tiempo, irán superando las configuraciones primarias para llevar a cabo una figura más elaborada con la adición de un tronco en forma ovalada o rectangular que se añada a la cabeza, y que poco a poco irá evolucionando y experimentando cambios, hasta que, al llegar a los 5 años, la figura humana alcanza una cierta estabilidad.

Debido a la importancia de la familia en estas primeras edades, propusimos a los alumnos este tema, *Dibuja tu familia*.

Lámina 34

Este dibujo ha sido efectuado por un niño de 3 años. En él aparecen tres personajes, su padre su madre y el propio autor. Además, en la parte izquierda de la lámina aparecen unos trazados con formas irregulares y de espiral.

En cuanto a las figuras humanas que realiza, construye dos de ellas mediante un círculo para la cabeza, al que añade una figura rectangular alargada que representa al resto del cuerpo. En el dibujo, el propio autor no incluye ningún elemento para los ojos, boca o nariz, sin embargo, en la del padre traza dos espirales con las líneas muy juntas - lo que le da aspecto de círculos-, con las que hace referencia a los ojos, al tiempo que plasma otro garabato que le sirve para la nariz.

La figura materna está dibujada con una forma rectangular, cuyos lados más largos acaban uniéndose en la parte inferior prolongándose unos centímetros. En la parte superior traza dos garabatos circulares para indicar los ojos.

Este pequeño no tiene afianzadas las coordenadas vertical y horizontal, puesto que la posición de las figuras es inclinada, siendo mayor el grado de inclinación de la madre, sobre la que parecen situarse las otras dos figuras.

Lámina 35

Esta lámina ha sido elaborada por una niña de 3 años, por lo que llama la atención la originalidad a la hora de construir los distintos personajes que realiza siguiendo un mismo patrón, sin que exista ninguna diferencia entre ellos, exceptuando el tamaño con el que los dibuja.

En primer lugar traza dos puntos que simbolizan los ojos; por debajo de ellos incorpora una línea recta horizontal que representa la boca y, después, dibuja una línea vertical a poca distancia de cada extremo de la boca que hace referencia al resto del cuerpo y especialmente a los pies de las figuras.

En total son cinco las figuras que realiza: su padre, su madre, una hermana, ella, y un quinto personaje que no me dice quién es.

Lámina 36

Este dibujo hecho por un niño de 3 años está formado por cuatro renacuajos realizados cada uno con un gran círculo que representa la cabeza, al que se añade una forma casi rectangular para confeccionar el tronco. En el interior de cada cabeza ha trazado dos grandes círculos para los ojos y una línea recta horizontal en la parte inferior para la boca. La única diferencia entre las distintas figuras es el tamaño con el que ha realizado las distintas partes, siendo una de ellas, la situada en el centro, la que presenta mayores dimensiones, especialmente la cabeza.

Las figuras se encuentran alineadas sobre la base inferior de la lámina, y no aparece ningún otro elemento que sirva para señalar los brazos o piernas.

Lámina 37

Este trabajo pertenece a una niña de la clase de 4 años. A los alumnos de esta edad se les indicó que dibujaran a su familia en una situación agradable y divertida, por lo que muchos la situaron en el campo, como en este caso, o en sus casas.

Comenzó escribiendo su nombre en la parte superior izquierda y a continuación se dibujó a ella misma en el centro de la lámina mediante un círculo para representar la cabeza, al que añadió una forma elaborada por ella mediante un rectángulo con un cuadrado añadido para el tronco y el cuello. Los brazos y las piernas son rectángulos añadidos al tronco, las manos están formadas por bucles, y los pies son dos configuraciones circulares.

Alrededor de la cabeza incorpora el pelo mediante barridos y, en su interior, dibuja los ojos con dos círculos con un punto en su interior, la boca con una forma circular y la nariz con un bucle.

Como he señalado, no dibuja a ningún otro miembro de su familia, aunque en su lugar hace seis árboles de distinto tamaño y grosor, formados por un rectángulo para el tronco y un epicicloide para la copa; además añade un sol en la parte superior derecha mediante un círculo y varias líneas rectas que representan los rayos.

Lámina 38

Este dibujo corresponde a una niña de 4 años. También empezó escribiendo su nombre en la esquina superior izquierda de la lámina, siguiendo seguramente las indicaciones de su profesora para comenzar una tarea.

En primer lugar dibujó una casa en el centro de la hoja, siguiendo el esquema de la mayoría de los niños de esta edad, mediante rectángulos, triángulos, cuadrados, cruces y puntos. La casa para los alumnos de esta edad tiene una gran relación con la familia, y creemos que por esta razón la realizó. A continuación se dibujó a ella con su madre en la parte derecha, mediante dos figuras que siguen un esquema parecido: un círculo para la cabeza, pequeños barridos para el pelo, círculos y pequeñas líneas curvas y rectas para los distintos elementos de la cara, un cuerpo construido mediante un rectángulo unido directamente a la cabeza, además de unos rectángulos y triángulos para las extremidades.

También dibujó una flor entre la casa y las dos personas, realizada mediante círculos, una línea recta, un pentágono irregular y dos formas irregulares que hacen referencia a la maceta. En la parte izquierda de la lámina aparecen varios árboles y un sol con características humanas, ya que le dibuja la cara. En la parte superior representa varias montañas y, bajo ellas, unas nubes mediante epicicloides y formas irregulares. Por último representa una forma hexagonal, realizada con gran precisión, coloreada de rojo, que no me supo decir qué era.

Lámina 39

La siguiente prueba corresponde a un niño de 4 años. Comenzó dibujando a toda su familia en la parte central de la lámina, realizando cuatro figuras que siguen el mismo patrón, exceptuando el pelo, que en las figuras de la madre y la hermana es muy largo, llegando hasta el final del tronco.

El dibujo lo inició con la figura de su padre y después la suya. Ambas las esbozó mediante un rectángulo muy alargado para el tronco, círculos para la cabeza, pequeños barridos para el pelo, círculos y rayitas para los elementos de la cara, cuadrados para el cuello –que aparece en todas las figuras excepto en la de él-, rectángulos para las extremidades y líneas en zig-zag para los pies y manos. Llama la atención la posición que adquieren las extremidades superiores en los cuatro personajes, ya que aparecen cruzadas sobre el pecho. También destacar que las figuras femeninas fueron realizadas cuando terminó de hacer toda la lámina, por lo que aparecen de menor tamaño, sobre todo en el caso de la hermana, o incluso, en la de la madre, casi superpuesta a la figura paterna.

Completa el dibujo el suelo diseñado con líneas rectas, un árbol con raíces, construido con un rectángulo, un epicicloide para la copa, unas formas circulares y líneas rectas para decorar el tronco; y, de igual manera pero saliendo del extremo inferior del mismo, las raíces que se hunden en el suelo, realizadas mediante líneas rectas. En la parte izquierda aparece una casa dibujada con cuadrados, un triángulo para el techo y cinco ventanas redondas con una cruz en su interior; encima de la casa encontramos un gran sol sonriente, realizado mediante círculos, líneas rectas, líneas curvas y una línea en zig-zag que lo rodea para indicar los rayos del sol. Un cielo en la parte superior de la lámina ejecutado mediante barridos completa este dibujo.

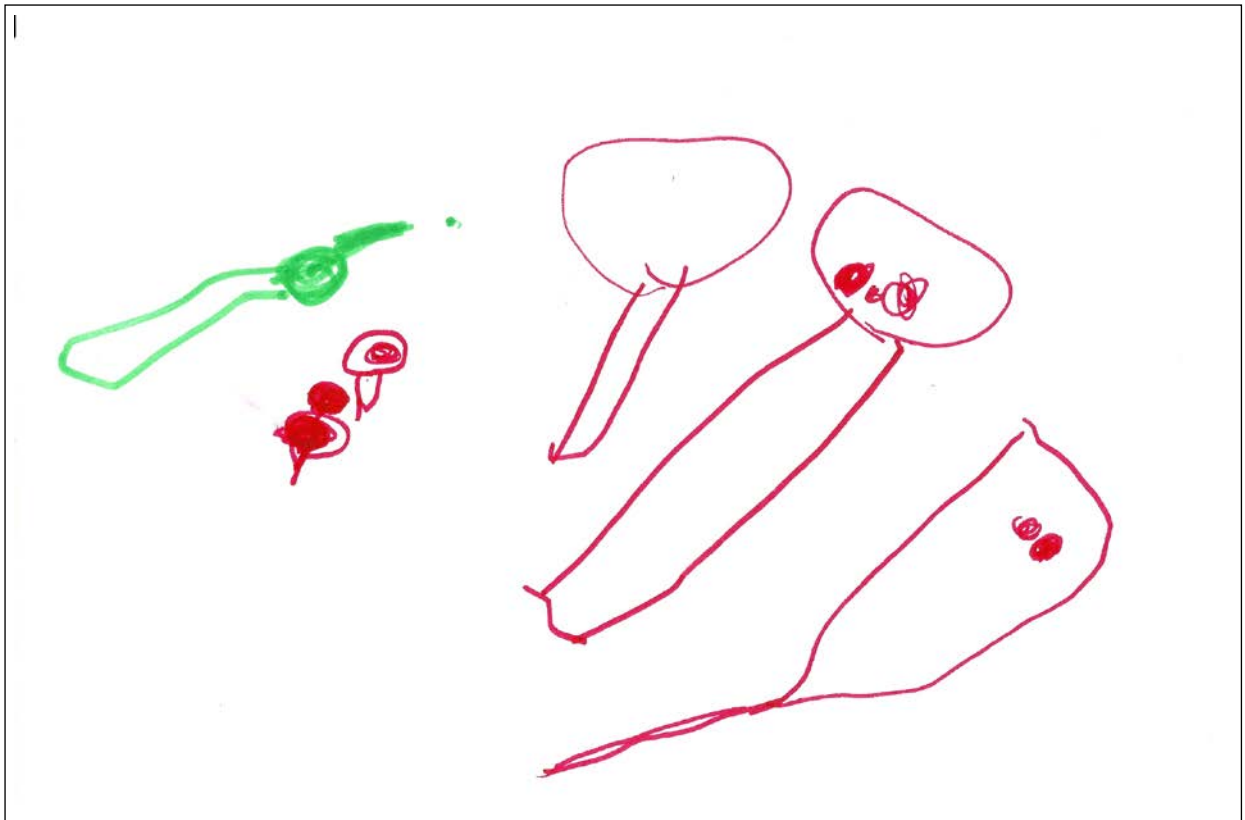


Lámina 34– Tema: LA FAMILIA Autor/a: Niño de 3 años



Lámina 35– Tema: LA FAMILIA Autor/a: Niña de 3 años

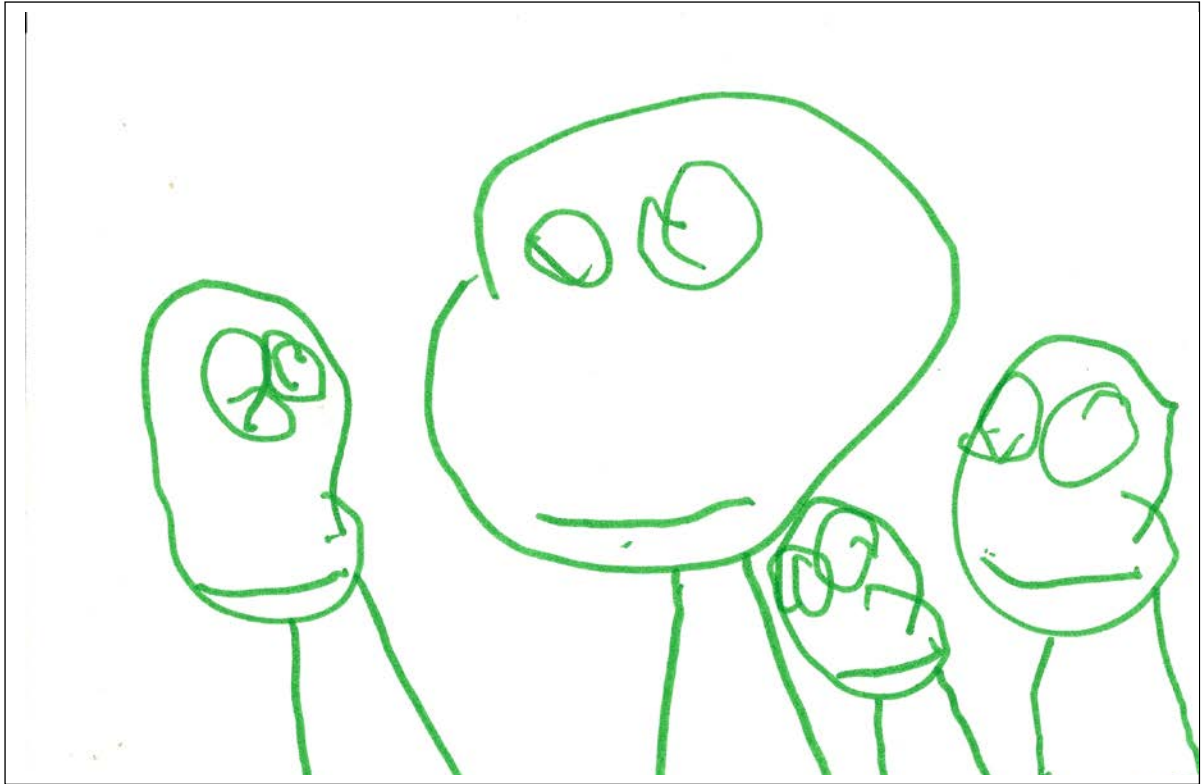


Lámina 36– Tema: LA FAMILIA Autor/a: Niño de 3 años



Lámina 37– Tema: LA FAMILIA Autor/a: Niña de 4 años



Lámina 38– Tema: LA FAMILIA Autor/a: Niña de 4 años



Lámina 39– Tema: LA FAMILIA Autor/a: Niño de 4 años

10.6. Prueba 8: Árboles en una montaña

Presentación

Con esta prueba queríamos conocer las ideas que sobre la perpendicularidad o verticalidad tienen los alumnos de 5 años, puesto que es un concepto que los pequeños asimilan con los ejes virtuales del formato, paralelos a los márgenes o bordes de la lámina, siendo el horizontal el que representa al suelo o superficie de apoyo, y el vertical el utilizado para los objetos sometidos al equilibrio gravitatorio.

Como ya hemos señalado, y puesto que tiene relación con la perpendicularidad, hay que destacar como rasgo significativo en los dibujos del cuerpo humano que realizan los niños que, aunque a los 4 años aparecen las figuras en diferentes direcciones, pronto podrá verse el deseo de manifestar que los individuos se encuentran de pie, verticalmente sobre el plano horizontal que representa al suelo, el cual suele aparecer en los dibujos plasmado mediante un trazado explícito o tomando el borde del folio como base o línea de suelo. Los demás elementos de los dibujos, como los árboles, animales, flores, etc., también tienden a situarlos en posición vertical sobre el suelo.

En esta prueba se les presentó a los pequeños una lámina con el contorno de unas montañas para que ellos dibujasen árboles; el objetivo, por lo tanto era conocer la idea de perpendicularidad que tenían los pequeños de 5 años y cómo la representaban.

Lámina 40

La lámina pertenece a un niño de 5 años. Podemos observar que ha realizado una serie de diecinueve árboles en las montañas, todos con el mismo esquema: en primer lugar trazaba un rectángulo apoyado en su lado más corto, perpendicular a la línea que delimita la montaña; y, sobre el rectángulo, dibuja un epicicloide que representa la copa. Es de destacar, que los primeros árboles tienen una copa más “frondosa” que los últimos, seguramente debido a que al ir terminando el dibujo, se encontraba más cansado. También dibuja un pequeño sol con rasgos animistas en el extremo superior izquierdo.

Por el resultado obtenido, podemos señalar que este pequeño no tiene asimilado el concepto de perpendicularidad con respecto al borde inferior de la lámina.

Lámina 41

Este dibujo, también realizado por un niño de 5 años, supone un pequeño avance con respecto al anterior, ya que muestra algunos árboles con la noción de perpendicularidad bastante clara, mientras que en otros, aún no la ha conseguido representar.

Comienza dibujándolos por la parte izquierda de la lámina, trazando una línea perpendicular a la línea de base, a continuación realiza un epicicloide, para seguir con una línea recta paralela a la primera. Para efectuar el segundo árbol, lo inicia con una línea recta de menor tamaño que en el árbol anterior, y con una dirección diferente, puesto que ya no es perpendicular a la línea de base ni tampoco al contorno de la montaña, a continuación traza una espiral, y más tarde otra pequeña línea recta con la que termina el tronco.

Los ocho siguientes árboles tienen una estructura parecida -una línea recta, epicicloide y otra línea recta-, aunque varían en el ángulo que forma el tronco con el borde de la montaña. Los restantes árboles, dieciocho en total, están representados mediante un rectángulo sobre el que sitúa una forma circular, y entre ellos podemos observar algunos perpendiculares a la línea de base y otros perpendiculares al borde de la montaña, lo que nos indica que está adquiriendo el concepto de perpendicularidad, aunque aún no lo tiene totalmente desarrollado.

El dibujo lo completa con un sol con caracteres animistas situado entre las dos montañas.

Lámina 42

Este dibujo, elaborado por una niña de 5 años, supone un paso más en la adquisición de la perpendicularidad.

Comienza dibujando los árboles por el lado izquierdo de la lámina, trazando un rectángulo perpendicular al borde de la hoja, sobre el que sitúa una forma circular que constituye la copa. Cuando acaba, se da cuenta de que el tronco del árbol no está totalmente apoyado en la montaña, y para solucionarlo, utiliza una forma muy singular que consiste en prolongar uno de los lados del rectángulo, que representa al tronco, hasta que llega a la línea de la montaña. Repite este modelo con los siguientes tres árboles hasta que llega a la cima.

A continuación realiza más árboles siguiendo el mismo modelo, es decir, un rectángulo perpendicular al borde inferior de la lámina, aunque cada vez va inclinándose hasta hacerlo perpendicular al borde de la montaña. En los restantes

árboles que dibuja en la segunda de las montañas ocurre algo parecido, ya que comienzan siendo perpendiculares al borde inferior y terminan perpendiculares al filo del monte.

Lámina 43

Este dibujo ha sido creado por un niño de 5 años. Podemos observar un claro avance en relación con los anteriores, ya que todos los árboles representados, doce en total, han sido trazados de forma perpendicular a la línea de base de la lámina.

Comienza dibujando los árboles por el lado izquierdo, realizando un rectángulo sobre el que dibuja una especie de epicicloide, cuyos tres primeros bucles son hacia afuera, a continuación traza dos líneas en forma de zig-zag, y termina con dos bucles hacia adentro. Durante el proceso que sigue para elaborar el primer árbol, son varias las veces que borra y rectifica, hasta que consigue un resultado satisfactorio para él, que va a copiar, aunque más simplificado y ya sin dudar, en el resto de árboles que dibuja.

De este modo, los restantes dibujos realizados siguen todos el mismo patrón; un rectángulo para el tronco cuya orientación es perpendicular a la línea de base, sobre el que coloca un epicicloide con los bucles hacia adentro. Todos los árboles tienen dos bucles, excepto el que sitúa en el centro, justo entre las dos montañas, con tres bucles, y el anterior a éste, con un solo bucle.

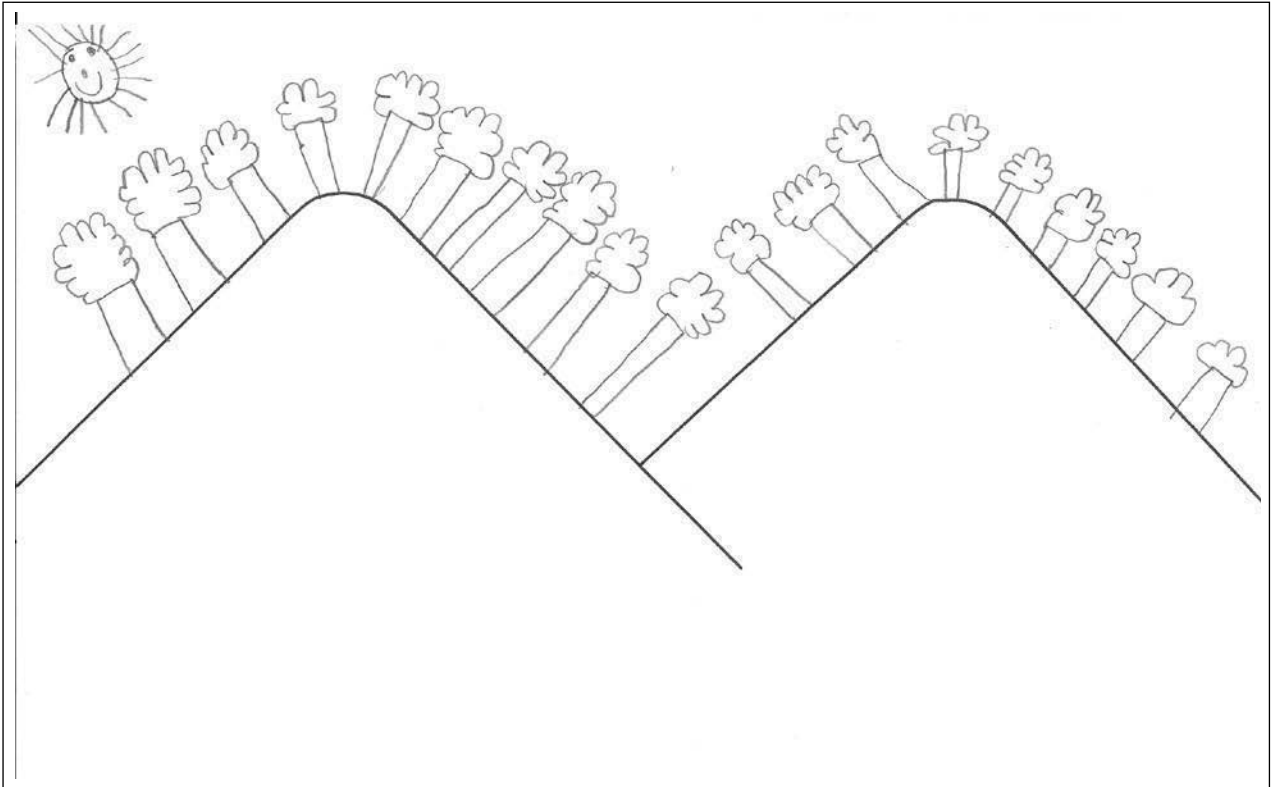


Lámina 40– Tema: ÁRBOLES EN UNA MONTAÑA Autor/a: Niño de 5 años

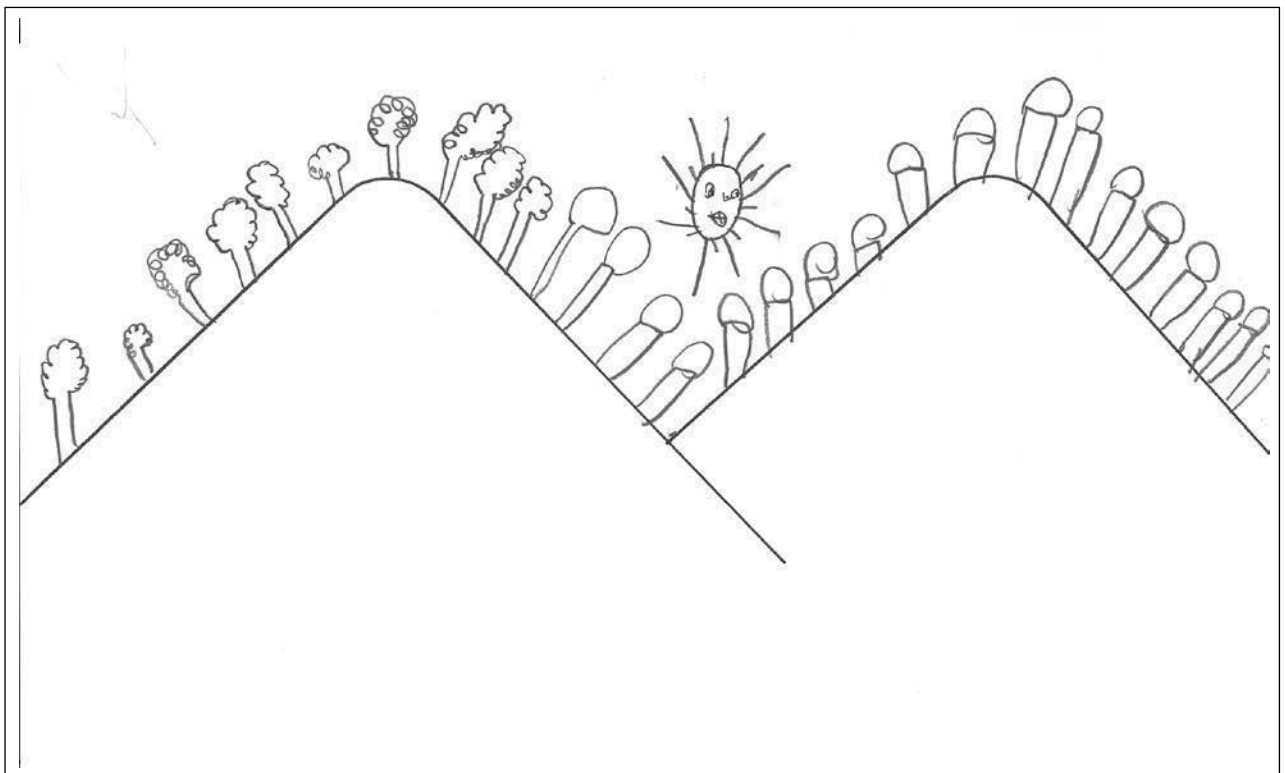


Lámina 41– Tema: ÁRBOLES EN UNA MONTAÑA Autor/a: Niño de 5 años

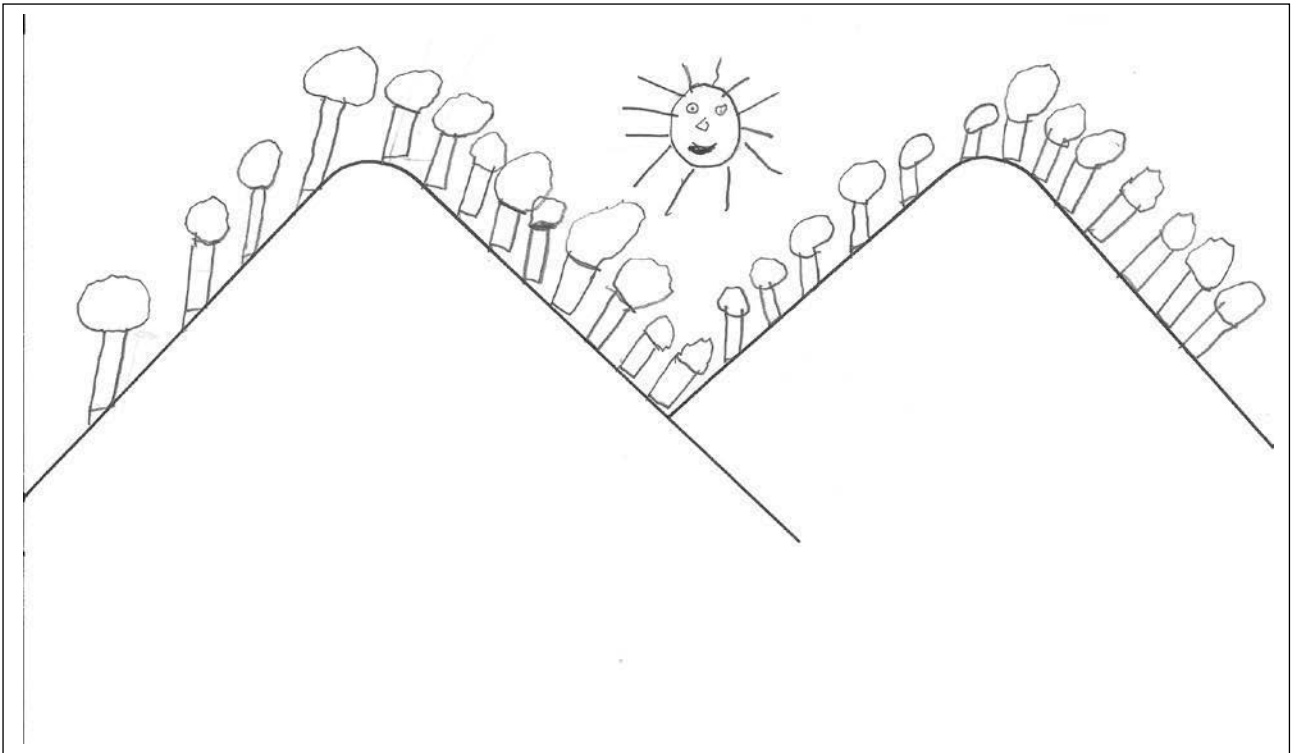


Lámina 42– Tema: ÁRBOLES EN UNA MONTAÑA Autor/a: Niña de 5 años

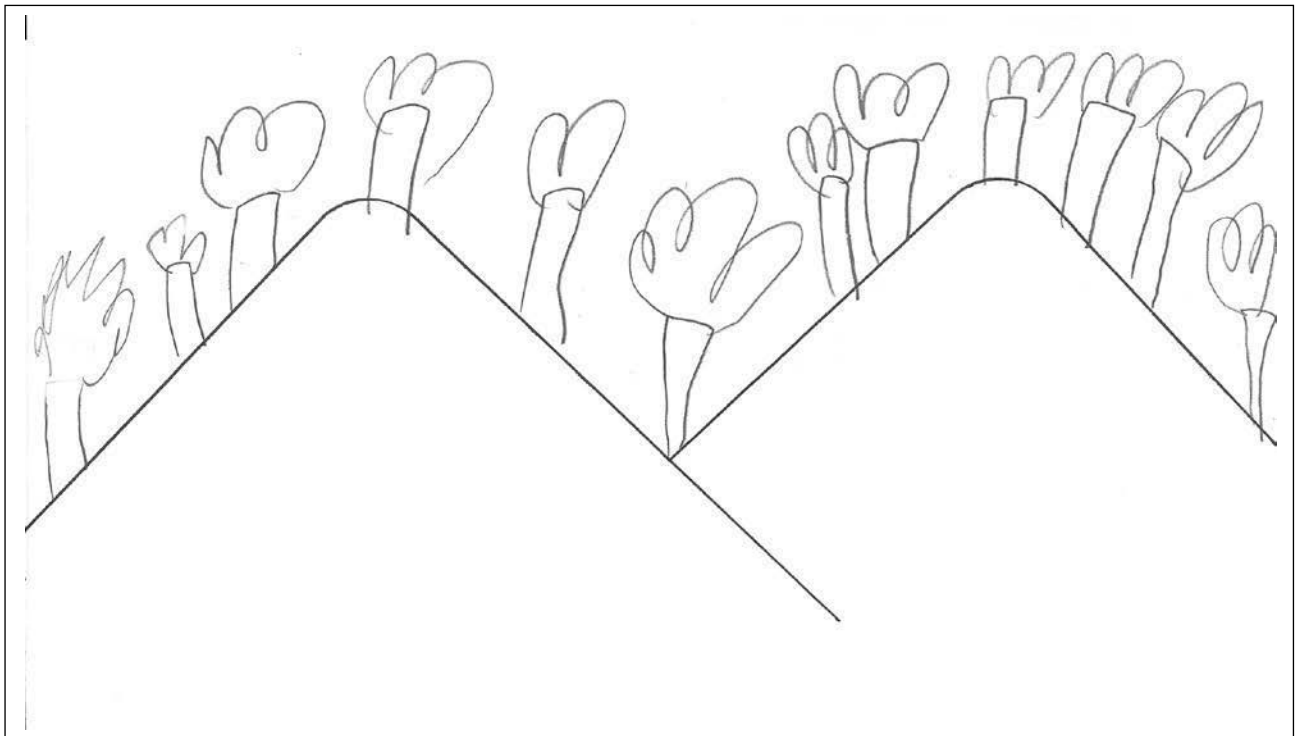


Lámina 43– Tema: ÁRBOLES EN UNA MONTAÑA Autor/a: Niño de 5 años

10.7. Prueba 9: El tren

Presentación

El paralelismo es una noción difícil de adquirir por los niños pequeños debido a la infinitud de la línea recta, que a estas edades no son capaces de captar, puesto que no cabe la consideración de entidades tan abstractas. La capacidad lógica de los alumnos está muy pegada a la relación con la realidad material y poco preparada para la abstracción, lo que determina que, a priori, los más pequeños no sean capaces de trazar una serie de paralelas

Para realizar esta prueba en la que queríamos conocer las ideas de paralelismo y cómo las trasladan a sus producciones gráficas, se les entregó un folio en blanco para que los niños de 4 y 5 años dibujasen un tren por las vías.

Lámina 44

El dibujo ha sido realizado por una niña de 4 años que ha representado dos trenes, el primero de los cuales situó en la parte inferior de la lámina, mediante un gran rectángulo de color rojo, al que añadió varias formas redondeadas en la parte inferior, para reproducir las ruedas. Cuando observó que una gran parte de sus compañeros dibujaban el tren con las vías, hizo otro en la mitad superior de la hoja, pero esta vez con ellas.

Para este segundo dibujo del tren, comenzó dibujando una gran figura irregular parecida a un rectángulo, y en la parte inferior empezó a trazar las vías; lo hizo incorporándolas una a una, mediante rectángulos de diferente longitud y grosor, algunos perpendicularmente y otros con una cierta inclinación con respecto al “tren”, pero en ningún caso intentó hacer líneas paralelas.

Lámina 45

Este dibujo está elaborado por una niña de 4 años. Comenzó dibujando las vías del tren, y para hacerlo trazó dos líneas rectas, paralelas entre sí y paralelas al borde inferior de la lámina; posteriormente, con pequeñas líneas rectas realizadas perpendicularmente desde una de estas líneas hasta la otra, fue haciendo los travesaños. La separación entre ellas no es homogénea, pudiendo encontrar desde medio centímetro hasta casi dos.

Sobre lo anterior, pintó el tren. Para ello, hizo unas formas irregulares parecidas a rectángulos o triángulos, que representaban el tren, dentro de las cuales dibujó ventanas mediante un cuadrado con una cruz dentro de él, y en ocasiones, con un círculo también en su interior. Debajo de estas formas, realizó un número bastante grande de círculos,

dieciocho en total, que hacían de ruedas del tren. Sobre el vagón situado más hacia la derecha, ubica una forma irregular, la chimenea, de la que sale humo en forma de cicloide, por lo que podemos interpretar que es la máquina del tren. Termina el dibujo con nueve pequeños círculos situados en la parte inferior derecha.

Creemos que esta niña tiene adquiridos los conceptos de paralelismo y perpendicularidad, que aparecen claramente reflejados en las vías del tren.

Lámina 46

Este dibujo está ejecutado por un niño de 4 años. Es un niño al que le gustaba mucho dibujar, un niño muy creativo y que normalmente nos hacía unas láminas muy originales, bien por su composición, o por los elementos que empleaba.

En este caso, lo hemos elegido porque utiliza una forma muy original de realizar las vías del tren, ya que en lugar de representarlas en la parte inferior de la lámina y paralelas al borde inferior de la misma, como hace la mayoría de los pequeños de estas edades, traza un recorrido con varias curvas, cambiando continuamente las direcciones y sentidos, y con vías que se cruzan en un punto dando lugar a dos recorridos. A pesar de la dificultad de este trazado curvo, las dos líneas que marcan las vías guardan una relación de paralelismo entre ellas, y las líneas que las cortan son perpendiculares a las vías del tren. También dibuja un puente sobre las vías.

En cuanto al tren, lo dibuja en la parte superior de la lámina, sobre una de las vías mediante cuadrados, rectángulos, círculos, y algunas formas irregulares para representar el humo de la chimenea, además, utiliza líneas rectas para unir los distintos vagones entre sí.

Lámina 47

Esta lámina corresponde a un niño de 5 años. El autor de este dibujo y él del siguiente, habían hecho una excursión a la estación de trenes de Córdoba unos días antes de realizar esta prueba, y cuando se la propuse, se mostraron encantados; había llovido el día de la excursión, motivo por el cual ambos pequeños dibujaron nubes, lluvia y un arco iris.

Para dibujar el tren, este pequeño realiza en el centro de la lámina, la cual coloca en posición vertical, una forma irregular alargada semejante a un rectángulo; debajo de ella hace un gran número de semicírculos que representan las ruedas, y sobre ella, en la parte izquierda, un rectángulo del cual salen dos líneas, para señalar la chimenea. El rectángulo lo divide en varias zonas o vagones con pequeñas líneas perpendiculares.

Debajo del tren dibuja las vías de una forma bastante curiosa. En primer lugar traza una línea paralela al tren justo por debajo de las ruedas, y con una pequeña inclinación hacia abajo y hacia la izquierda; a continuación, hace una pequeña línea vertical hacia abajo, y otra línea recta con sentido contrario a la primera, y con una ligera inclinación hacia abajo y hacia la derecha. Dentro de esta estructura, pequeños rectángulos cuyos tamaños disminuyen poco a poco, en posición vertical, que constituyen las traviesas.

Termina el dibujo con una nube mediante una forma irregular cerrada, lluvia con pequeñas líneas rectas perpendiculares a la base de la lámina, un sol con caracteres animistas, un arco iris con líneas curvas y rectas y una forma que representa a un árbol hecho con círculos y un rectángulo.

Lámina 48

Este dibujo está efectuado por un niño de 5 años. Al igual que su compañero anterior, había visitado la estación de trenes de Córdoba unos días antes, y mostró un gran interés en realizar esta prueba.

El pequeño comienza colocando la lámina en posición vertical, y dibuja en la parte inferior un tren, con una forma irregular alargada, debajo de la cual traza muchos semicírculos, que caracterizan las ruedas. Dentro de esta gran forma, hace varios rectángulos pequeños para las ventanas, y otro rectángulo algo mayor con una cruz en su interior, que representa la puerta. Sobre todo este conjunto, sitúa una gran chimenea rectangular de la que parten varias líneas de humo, realizadas con pequeños cicloides.

Las vías son ejecutadas con dos líneas rectas paralelas entre sí y también paralelas al tren, que son atravesadas por varias líneas rectas perpendiculares a las dos primeras. La separación entre ellas va cambiando; comienza por la parte izquierda del dibujo con una separación de medio centímetro, y poco a poco las va haciendo más separadas, hasta incluso tres centímetros en algunos casos. En la parte inferior de la lámina, realiza el suelo con una serie de barridos, y sobre él unas piedras redondeadas.

Termina el dibujo con nubes, trazadas con epicicloides o formas irregulares; un sol con características animistas; un arco iris construido con pequeñas líneas curvadas hacia abajo y con un cierto paralelismo entre ellas; y una gran cantidad de pequeñas rayitas colocadas verticalmente y que representan a la lluvia.

Lámina 49

El dibujo está realizado por una niña de 5 años. Comienza trazando dos líneas paralelas en la parte inferior de la lámina siguiendo la dirección izquierda-derecha;

cuando llega al final, continúa las dos líneas hacia arriba hasta aproximadamente dos tercios del ancho de la hoja, y entonces comienza a hacer varios giros, siempre manteniendo un cierto paralelismo entre ambas líneas. Cuando ha terminado, traza pequeñas líneas perpendiculares a lo largo de toda la vía del tren, encontrando la máxima dificultad en la zona en la que se encuentran las vías curvadas, puesto que es más difícil representarlo en esta zona.

En la parte inferior izquierda, sobre la vía, dibuja un tren formado por la máquina y seis vagones unidos entre si por pequeñas líneas rectas. Tanto la máquina como los vagones están elaborados con rectángulos o formas irregulares parecidas a ellos, y círculos para las ruedas y la parte frontal de la máquina del tren. Completa el dibujo un sol con características animistas en la parte superior izquierda, y una pequeña casita en una de las curvas de la vía.

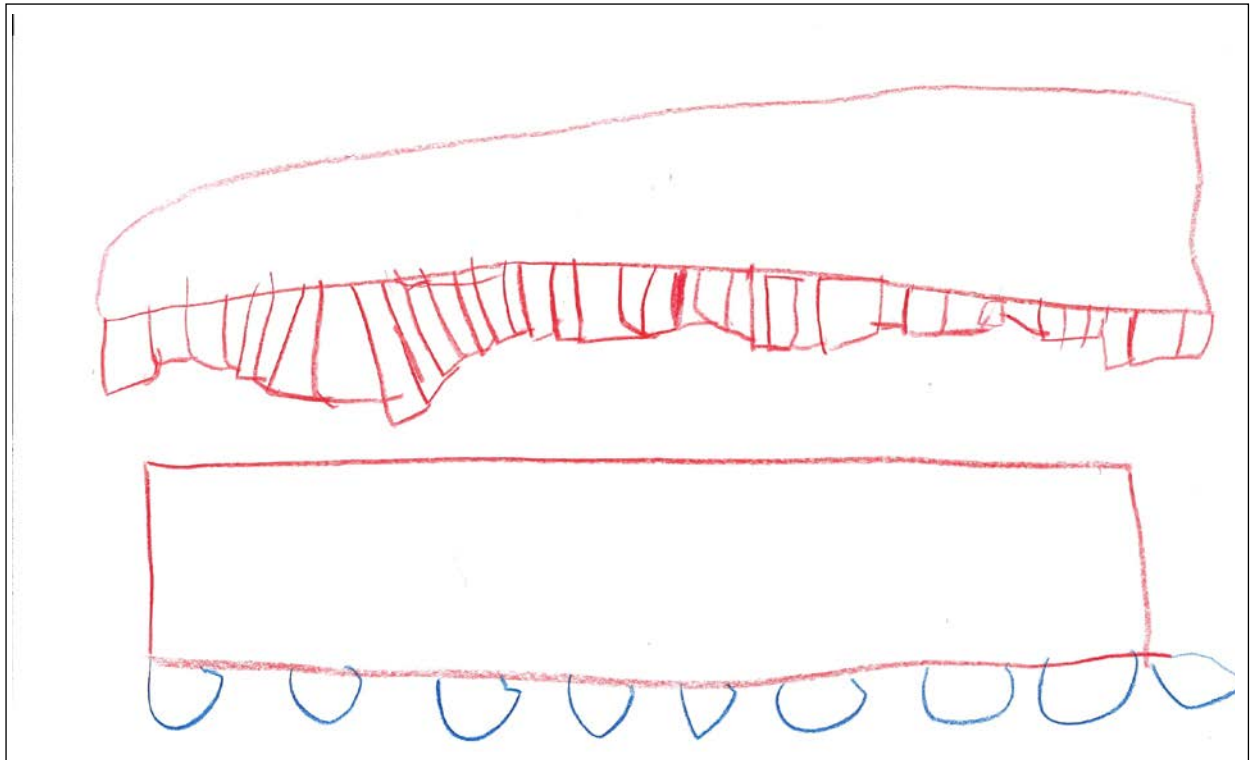


Lámina 44– Tema: EL TREN Autor/a: Niña de 4 años

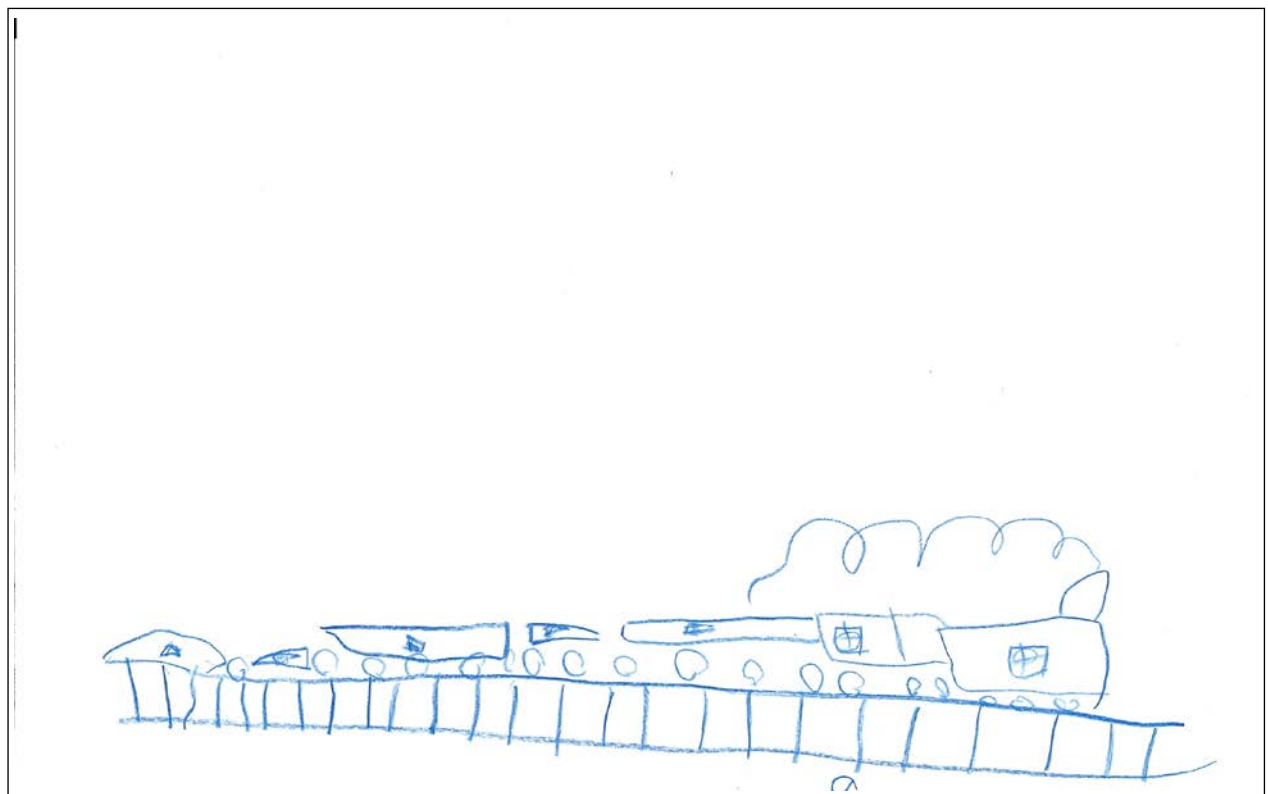


Lámina 45– Tema: EL TREN Autor/a: Niña de 4 años

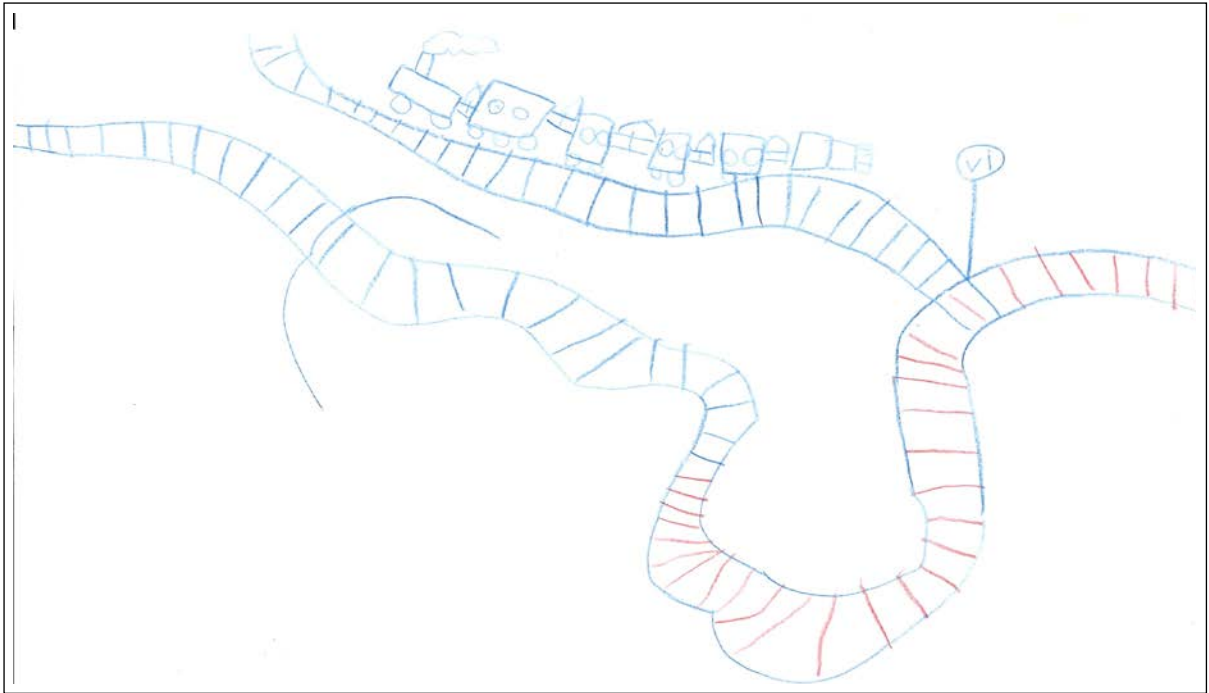


Lámina 46– Tema: EL TREN Autor/a: Niño de 4 años

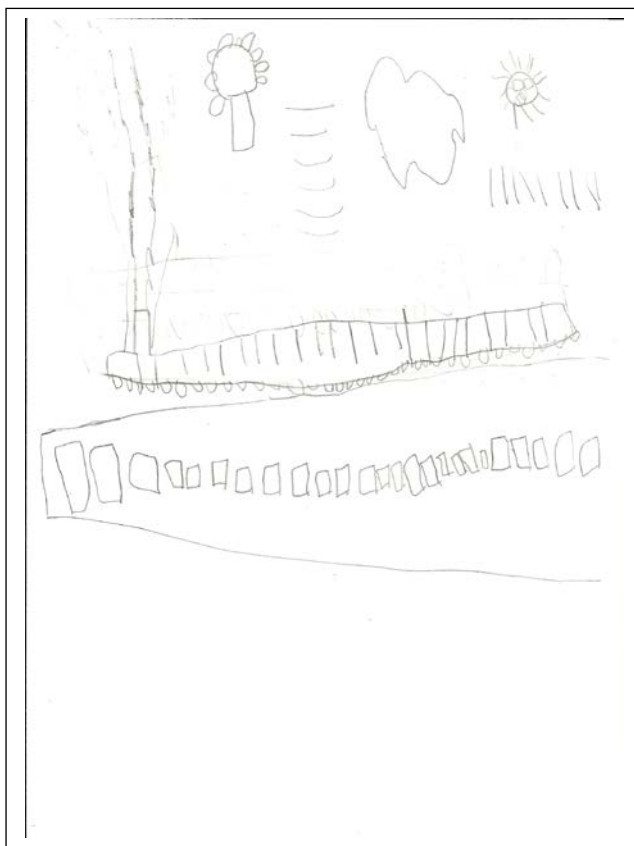


Lámina 47 – Tema: EL TREN
Autor/a: Niño de 5 años

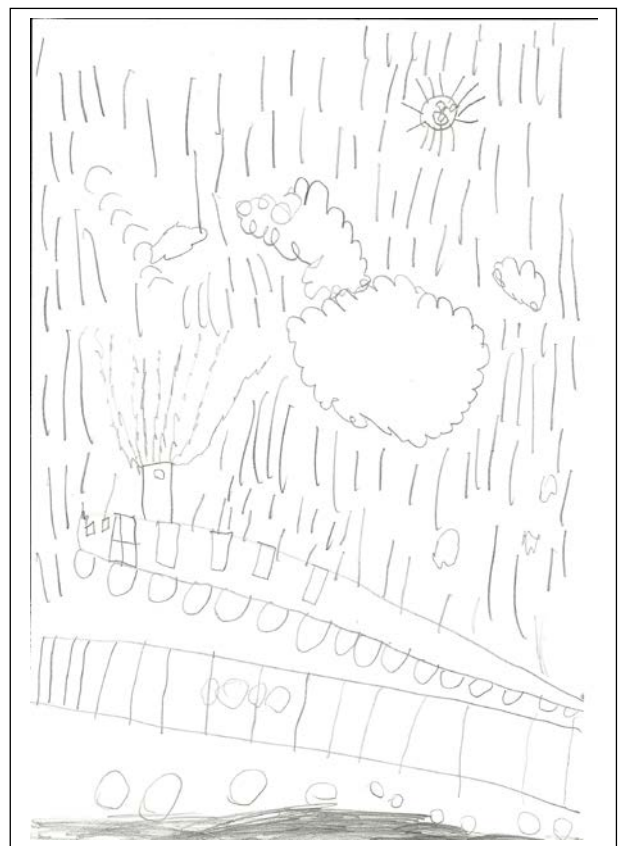


Lámina 48– Tema: EL TREN
Autor/a: Niño de 5 años

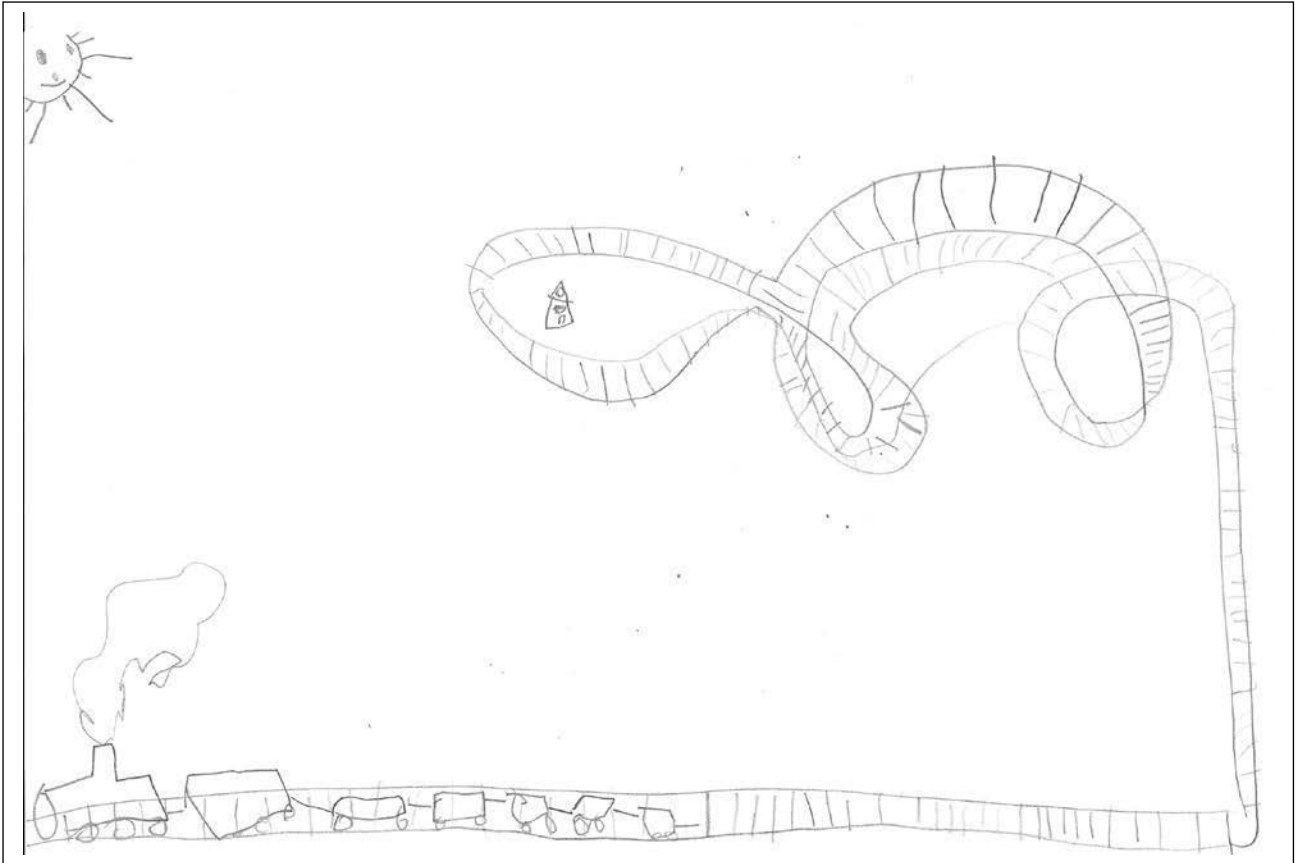


Lámina 49 – Tema: EL TREN Autor/a: Niña de 5 años

10.8. Prueba 10: Continuidad de líneas

Presentación

Con esta experiencia comenzamos un bloque en el que presentamos a los alumnos de Educación Infantil una serie de pruebas de carácter cuantitativo, aunque también susceptibles de un análisis de corte cualitativo.

Esta prueba, la realizaron los pequeños del primer curso. En ella, los niños tenían que continuar una serie de líneas -recta, ondulada, quebrada y dos cicloides, uno de ellos con los lazos mirando hacia arriba y el otro con los lazos mirando hacia abajo-, en una hoja formato A-4. Como hemos indicado anteriormente, estos tipos de líneas las realizan los pequeños desde los dos años y medio en la fase del garabato controlado, y suponen el primer alfabeto gráfico, por lo que pensamos que no debían ofrecer demasiados problemas para ejecutarlos de forma aislada y siguiendo una consigna, en lugar de hacerlas en sus dibujos espontáneos.

Se llevó a cabo una vez en cada uno de los cursos de 3 años, aunque con pequeñas diferencias, ya que en el primer año, debían continuar las líneas que estaban trazadas apenas unos centímetros, y el segundo año las debían copiar de una hoja de muestra en pequeños grupos de cuatro alumnos, para poder tomar nota de todo el proceso.

Pretendíamos conocer una serie de objetivos, como la capacidad para comprender los ritmos previos, la semejanza o no de los trazados realizados por los niños y los modelos propuestos, la utilización del espacio topológico, el paralelismo entre las distintas líneas, el sentido empleado -izquierdo-derecho o el contrario-, y el sentido de giro, que puede ser positivo cuando es contrario a las agujas del reloj, o negativo cuando sigue en el sentido de las agujas del reloj.

Lámina 50

Esta prueba está realizada por un pequeño de 3 años. Al trazar la primera de las líneas, la recta, no encontró ningún problema, tanto es así que la dibujó dos veces, la primera con sentido derecha- izquierda, y la segunda vez con el sentido contrario. Las siguientes líneas, ondulada, quebrada y cicloides hacia arriba y hacia abajo, le resultaron muy difíciles de hacer, y se limitó a trazar líneas rectas para continuarlas. En el primer cicloide, hizo un intento de dibujar la ondulación mediante una línea que se levanta en el inicio del trazado pero no llega a hacer el giro y la continua prácticamente horizontal.

Este niño es zurdo y cuando realizó los distintos trazados pudimos ver que el sentido dominante era el propio de este tipo de niños, derecha-izquierda en todas las líneas excepto la segunda.

Por los resultados obtenidos podemos concluir que el pequeño no es capaz de realizar estos trazados cuando se le presentan como una prueba dirigida, aunque en el dibujo libre es normal que haga este tipo de dibujos con frecuencia.

Lámina 51

Esta lámina elaborada por una niña de 3 años, se observa un cierto progreso con respecto al anterior. No tiene ningún problema al reproducir la línea recta, que hace con sentido derecha-izquierda; con respecto a la ondulada, es trazada según la dirección izquierda-derecha, y la comienza haciendo un intento de efectuar la ondulación pero no lo consigue; la línea quebrada tampoco es capaz de ejecutarla, limitándose a realizar una línea que comienza con una leve subida pero que termina en posición horizontal; para representar los dos cicloides confecciona una serie de formas circulares alineadas, en el caso del primero que presenta los bucles hacia arriba, el sentido de los círculos es el contrario a las agujas del reloj, y en el último, con los bucles hacia abajo, el sentido de giro es el de las agujas del reloj.

Este dibujo supone un cierto avance con respecto al anterior, aunque aún no están bien representadas las distintas líneas.

Lámina 52

Esta lámina, que está realizada por un niño de 3 años, se advierte un pequeño desarrollo gráfico con respecto a los dibujos anteriores.

Comienza realizando la línea recta, siguiendo el modelo presentado y con la dirección izquierda-derecha, que es la que utiliza en todas las líneas que representa; a continuación hace la ondulada, de forma muy similar al modelo pero con las ondas más pequeñas. En cuanto a la línea quebrada, comienza a trazarla pero poco a poco la va mezclando con ondas. El primero de los cicloides lo realiza invertido, es decir, en lugar de trazar los bucles hacia arriba, los hace hacia abajo, como debería haber hecho la última de las líneas; finalmente, para la última, traza una forma irregular cerrada con ondas y picos, que comienza en el lado izquierdo, llega hasta el borde de la hoja, sube y vuelve en sentido contrario hasta encontrarse con el inicio.

Lámina 53

Esta prueba se generó durante el segundo año, y pertenece a un niño de 3 años. En ella, como hemos indicado, debían copiar una serie de líneas de una hoja de muestra. La elaboraron en pequeños grupos de cuatro alumnos, para, de esta forma, poder tomar nota del proceso que han seguido.

Este pequeño comenzó realizando la primera de las líneas prácticamente en el centro de la lámina, siguiendo el sentido izquierda-derecha, el que suelen usar los niños diestros, y con una pequeña inclinación hacia abajo. A continuación, y sobre esta primera línea, trazó las siguientes siguiendo el mismo esquema que con la primera, con la misma dirección y la misma inclinación, de forma que no hay diferencias entre ellas.

Por los resultados obtenidos, este niño no ha conseguido resolver correctamente ninguno de los objetivos que se planteaban en esta prueba, encontrándose alejado de ofrecer una solución gráfica acorde con el modelo propuesto.

Lámina 54

Este trabajo supone un pequeño avance con respecto al anterior, aunque su autor, un niño de 3 años, presenta altibajos en sus respuestas gráficas, no consiguiendo en su totalidad los objetivos propuestos.

Teniendo en cuenta que se señaló por donde comenzaban sus trazados, podemos observar que la primera y última de las líneas elaboradas tienen el sentido izquierda-derecha, propio de los niños diestros, mientras que la segunda y tercera presentan sentido derecha-izquierda, correspondiente principalmente a los niños zurdos, por lo que podemos deducir que aún no tiene definida la dirección dominante.

Para la primera de las formas que representó, realizó una línea recta en la parte superior de la lámina, casi paralela al borde superior. A continuación intentó efectuar la línea con curvas, pero para ésta y las restantes líneas que debía trazar, encontró algunas dificultades. La segunda línea la comenzó en el centro de la lámina con unas pequeñas ondulaciones; al darse cuenta de que las ondas no eran lo suficientemente grandes, intentó hacerlas pero obtuvo una línea con ciertas aristas en lugar de ondas. Al no estar satisfecho con el resultado, volvió a repetirla obteniendo un resultado similar.

La tercera decidió no hacerla porque le resultaba muy difícil, y la última, el cicloide, la resolvió dibujando una fila de círculos de tamaño parecido, por lo que no logró resolverlo correctamente. Entendemos que, al igual que la lámina anterior, aún no esta

capacitado para trazar estas líneas, por lo que acude a grafismos geométricos más sencillos

Lámina 55

Esta lámina corresponde a una niña de 3 años, cuyo trabajo, al igual que los anteriores, presenta una mejora, ya que se aprecia bastante semejanza entre sus resultados gráficos y los modelos propuestos. Todas las líneas las realiza siguiendo la dirección dominante en los niños diestros, de izquierda a derecha.

Comenzó el primero de ellos trazando una línea horizontal, ligeramente ascendente, que termina con una pequeña línea vertical. A continuación hace una línea ondulada, en la que podemos observar que aunque empieza con un cierto control en el trazo, poco a poco lo va perdiendo dibujando ondas de distinto tamaño. La tercera, la línea quebrada, la realiza con bastante corrección aunque los dientes de sierra los hace muy juntos, y la termina con unos cicloides hacia arriba. Por último, en el cicloide hacia abajo, hace un trazado parecido a ondas, y solamente al final se aprecia con claridad.

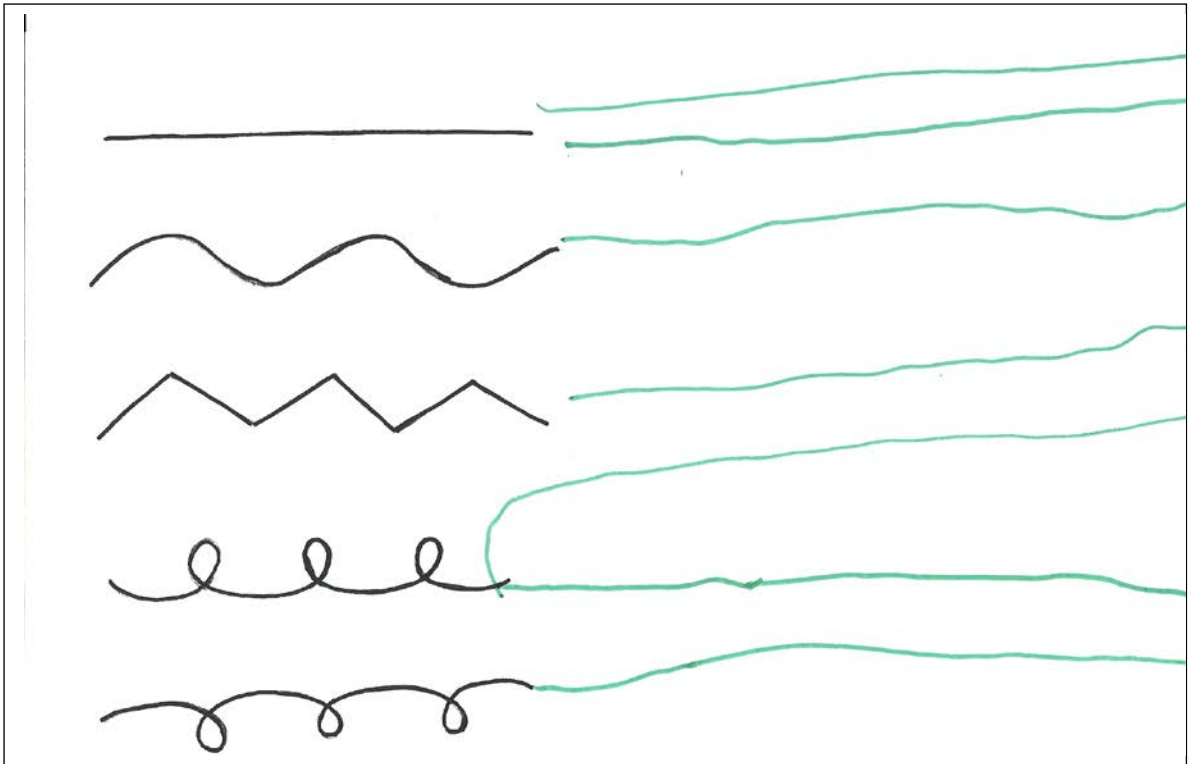


Lámina 50– Tema: CONTINUIDAD DE LÍNEAS Autor/a: Niño de 3 años

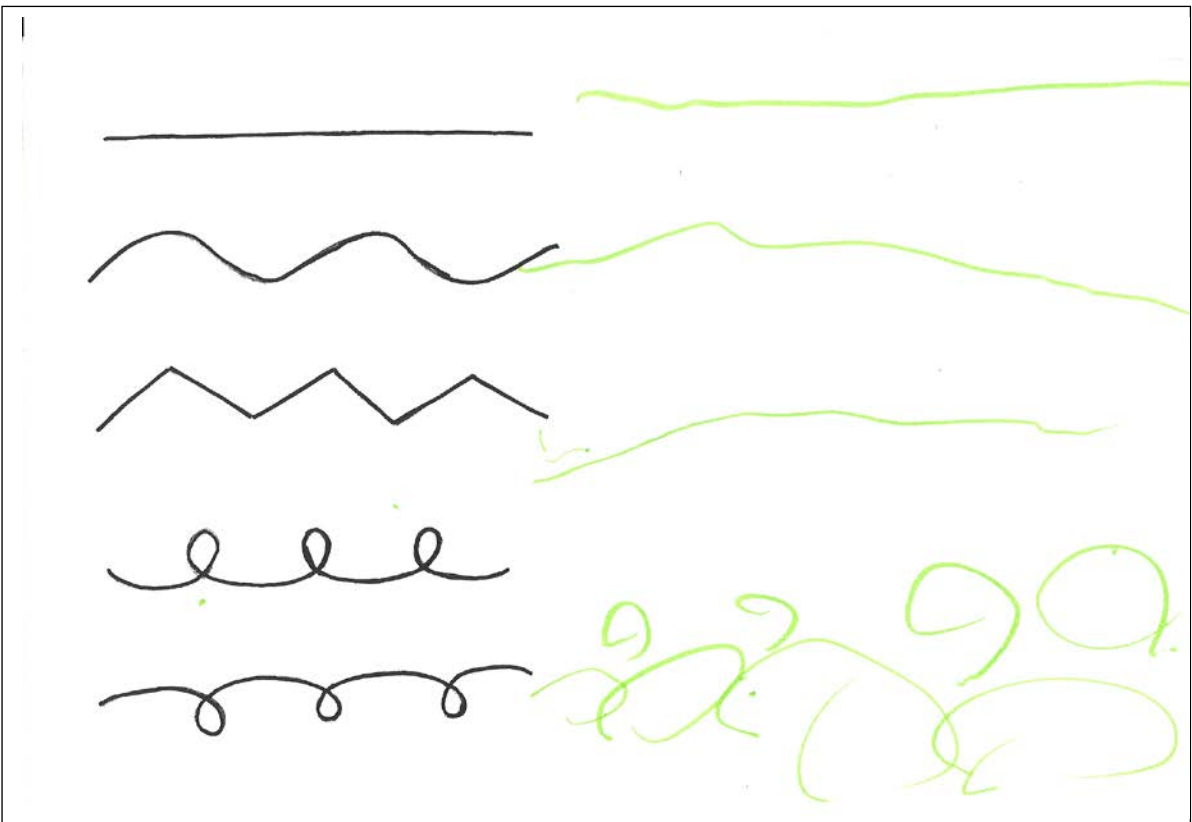


Lámina 51– Tema: CONTINUIDAD DE LÍNEAS Autor/a: Niña de 3 años



Lámina 52– Tema: CONTINUIDAD DE LÍNEAS Autor/a: Niño de 3 años

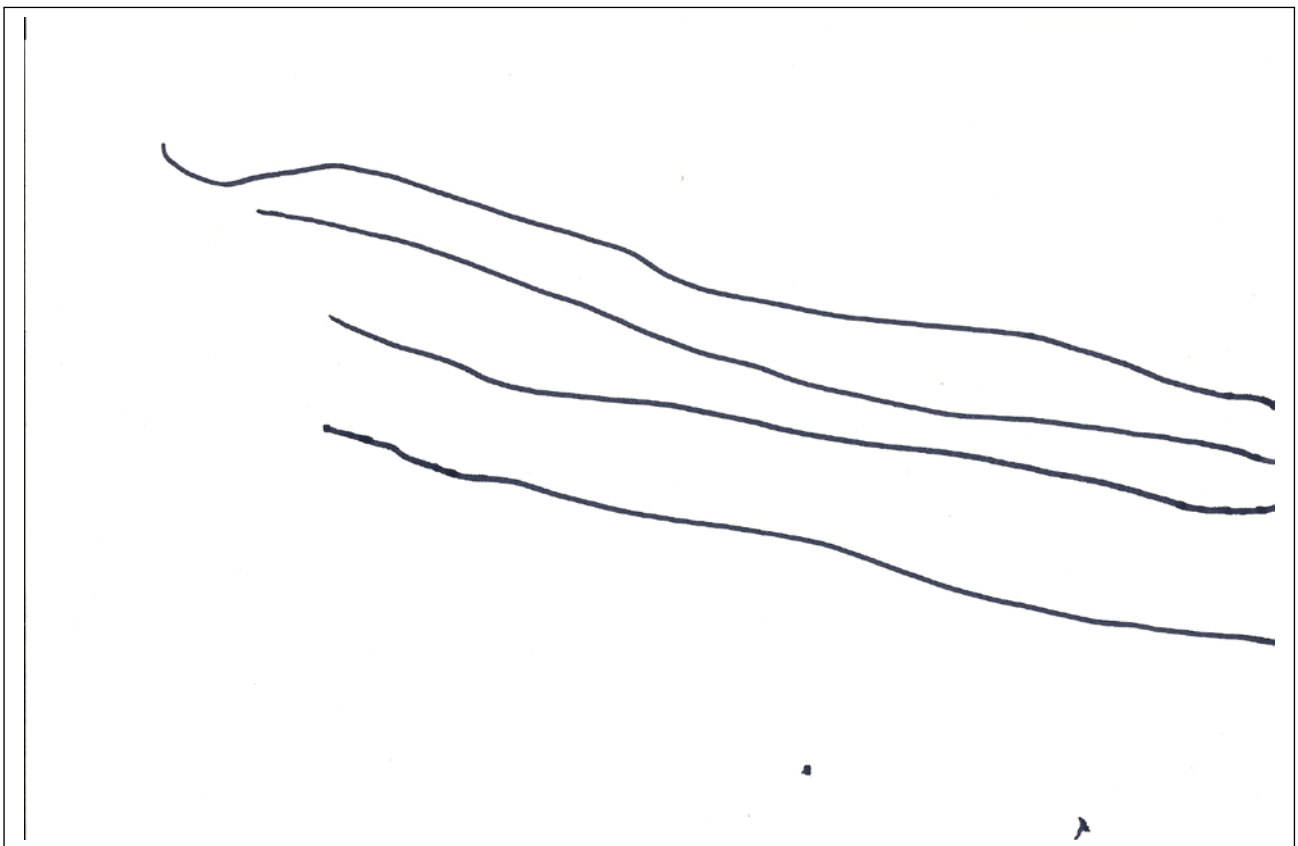


Lámina 53– Tema: CONTINUIDAD DE LÍNEAS Autor/a: Niño de 3 años

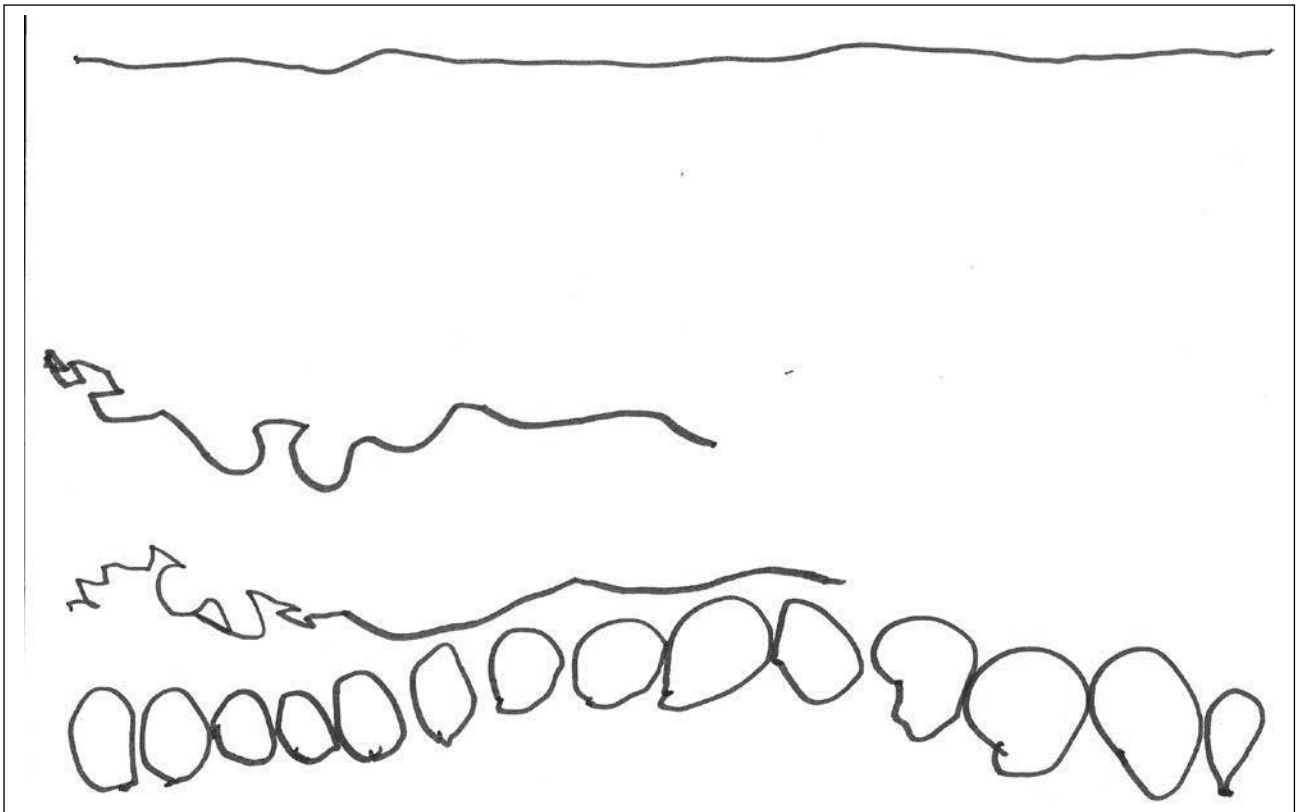


Lámina 54– Tema: CONTINUIDAD DE LÍNEAS Autor/a: Niño de 3 años

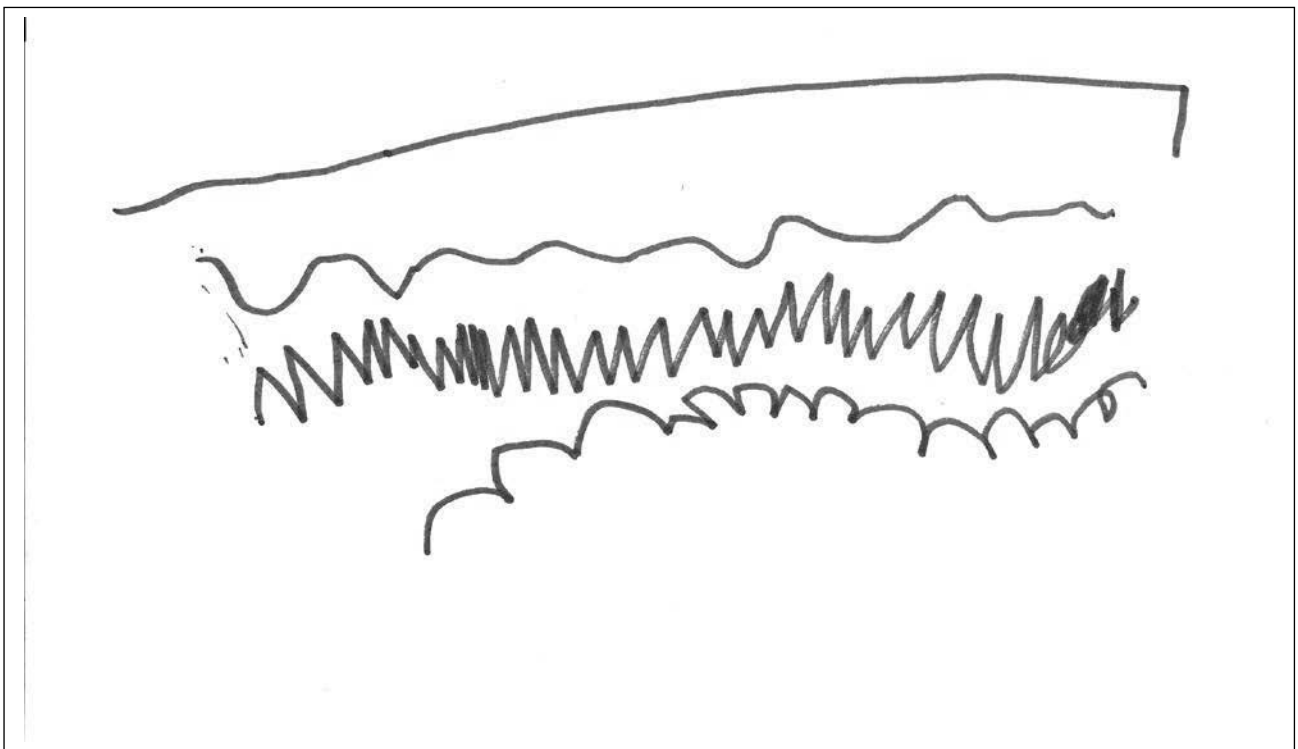


Lámina 55– Tema: CONTINUIDAD DE LÍNEAS Autor/a: Niño de 3 años

10.9. Prueba 11: Reproducción de formas

Presentación

En esta prueba nos interesaba conocer cómo eran capaces los niños y las niñas de 4 y 5 años de asimilar y reproducir en una lámina una serie de figuras geométricas elementales, que ellos realizan con frecuencia en sus producciones espontáneas. Por tanto, les propusimos que copiasen en una hoja en blanco las distintas figuras que les presentábamos fotocopiadas en un folio. Estas figuras eran cuadrados, círculos y rectángulos de diferentes tamaños y con distintas orientaciones.

Decidimos efectuar esta prueba con los alumnos de estas edades, puesto que pensamos que eran las más apropiadas para ello, ya que si bien los niños más pequeños eran capaces de realizar las figuras que les planteábamos de forma espontánea en sus dibujos, creímos que el orden impuesto, así como la tarea de copia y reproducción que exigía esta lámina, la hacía más adecuada para los niños de más edad; además, con la edad, va apareciendo un control cada vez mayor en el trazado de las distintas líneas, por lo que no les resultaría demasiado difícil.

El primer año que pasamos esta prueba a los alumnos de 4 años observamos que tenían problemas para representar tantas figuras, por lo que decidimos que a los pequeños de cinco años les íbamos a proponer la misma actividad pero haciéndola un poco más sencilla, y para ello, decidimos eliminar la fila de los rectángulos y presentarles únicamente cuadrados y círculos.

Lámina 56

En esta lámina, que corresponde a una niña de 4 años, vemos que su autora se encuentra alejada de ofrecer una solución gráfica acorde con los objetivos planteados en la prueba; no obstante, intenta buscar una respuesta que satisfaga la petición que se le ha hecho.

Cuando se le entregó la hoja para que trazara los distintos elementos, comenzó haciendo un gran recuadro que ocupa prácticamente toda la superficie, y dentro de él intentó ir representando las distintas figuras: cuadrados, círculos y rectángulos. Sin embargo, no consiguió realizarlos correctamente, puesto que podemos encontrar solamente formas redondeadas, ovaladas e irregulares distribuidas por la lámina sin ningún orden aparente, puesto que no respeta el paralelismo entre las distintas filas de figuras, aunque se les indicó que debía hacerlo.

Lámina 57

Nos hallamos ante el trabajo de un niño de 4 años que supone un gran avance con respecto al anterior, puesto que se observa una gran semejanza entre el modelo presentado y sus resultados gráficos.

El pequeño comenzó su primer trazado en la esquina superior izquierda dibujando un cuadrado –aunque más bien parece un rectángulo–; a continuación hizo otro más pequeño, otro de mayor tamaño, y al intentar hacer otro girado 45° encontró ciertos problemas, por lo que realizó varios intentos hasta que consiguió una solución que para él era satisfactoria, y que se asemeja mucho al modelo.

A continuación dibujó la segunda fila correspondiente a los círculos, aunque olvidó representar el último de los elementos, una forma circular cerrada e irregular, que trazó al final de la tercera fila, pero como esta era de rectángulos, no lo hizo con formas curvas sino con formas angulosas, recordando a un gran rectángulo con una especie de forma irregular en el lado superior.

En la tercera fila los rectángulos fueron trazados siguiendo el modelo: uno de tamaño mediano, otro más pequeño, otro mayor y un cuarto apoyado en un de sus lados de menor tamaño. Como hemos señalado, a continuación de éste último dibujó la figura que no había representado en la fila anterior.

Podemos considerar que el niño manifiesta un control en la alineación de las figuras, respetando el paralelismo del modelo con bastante precisión, presentando un trabajo bastante adecuado a la edad del autor.

Lámina 58

La respuesta gráfica que aporta este niño de 4 años al efectuar este ejercicio, es una de las más correctas entre las obtenidas por los alumnos de esta edad, puesto que ha trazado los distintos elementos de manera bastante acertada, y ha respetado la separación y la horizontalidad entre las distintas filas, exceptuando la última figura de la fila central, una forma circular irregular cerrada, que ha dibujado en último lugar y en una posición que no es la correcta, puesto que la sitúa entre las dos primeras filas.

Comenzó con la hilera de los cuadrados, que representó sin problema, aunque el último de ellos que está girado 45° , lo dibuja como un rombo, con ángulos diferentes a 90° . A continuación hizo los tres primeros círculos de la segunda fila, respetando en todo momento los tamaños y la horizontalidad, y finalmente, realizó la última de rectángulos, también respetando los tamaños y el paralelismo. Como ya he señalado, la

cuarta forma en la hilera de los círculos, la elaboró al final y en una posición que no era la adecuada, a pesar de lo cual podemos concluir que este autor comprende las características fundamentales gráficas, topológicas y rítmicas de este ejercicio.

Lámina 59

Este ejercicio corresponde a un niño de 5 años. Podemos observar que presentó problemas a la hora de realizar los diferentes elementos, ocho en total puesto que se eliminó la fila de los rectángulos.

Inició sus trazados representando los cuadrados: los dos primeros de tamaño muy pequeño, y el tercero lo hizo como un gran rectángulo alargado apoyado en uno de los lados de menor tamaño. Cuando terminó estas tres figura, no se sintió conforme con el resultado obtenido, y decidió borrarlo y volver a comenzar. Esta segunda vez representó los tres primeros cuadrados con un tamaño más parecido al del modelo, y el último girado 45° , lo ejecutó como una figura irregular, con aspecto de triángulo en la parte superior, y redondeado en la inferior.

En cuanto a la fila de círculos, el primero lo hace ligeramente alargado y con un tamaño correcto, el segundo de tamaño más pequeño, el tercero mucho mayor que la muestra presentada, y el cuarto elemento de esta hilera, una forma irregular, redondeada y cerrada, no es capaz de representarlo correctamente, y en su lugar, hace una figura que recuerda a un barco con dos formas alargadas y curvadas.

Podemos concluir que este pequeño ha tenido problemas tanto a la hora de construir los distintos elementos, como a la hora de mantener el paralelismo entre las dos filas, por lo que no ha conseguido los objetivos propuestos.

Lámina 60

En este trabajo de un niño de 5 años, percibimos una respuesta más correcta que la anterior. El autor no ha tenido problemas a la hora de trazar los diferentes elementos que se le planteaban en la prueba, presentando bastante semejanza con el modelo original, aunque hay que destacar que el dibujo del cuadrado girado 45° no está totalmente correcto ya que, como la totalidad de los alumnos que han realizado esta lámina, representa un rombo con ángulos distintos a 90° .

La fila de los círculos la incorpora en la parte inferior de la hoja, con una inclinación hacia abajo de izquierda a derecha, por lo que no ha mantenido el paralelismo que les presentábamos en la hoja de muestra.

Lámina 61

En esta lámina, de una niña de 5 años, observamos que la respuesta gráfica es bastante correcta y cercana a los objetivos planteados con esta prueba, aunque los elementos tienen un menor tamaño, y aparecen en la esquina superior izquierda en lugar de distribuidos por todo el espacio topológico.

La niña comienza la fila de los cuadrados, manteniendo un tamaño más pequeño que el original y la horizontalidad que se pedía en la muestra. El último de los cuadrados, el que está girado 45°, lo hace separado de los demás e incorpora un rombo con ángulos distintos a 90°, pero mantiene la alineación con el resto de los elementos. En la segunda fila correspondiente a los círculos ocurre algo parecido: los tres primeros aparecen de menor tamaño y agrupados a la izquierda de la lámina, y la cuarta figura, que representa una forma irregular, cerrada y curvada, es dibujada alejada de las demás, y debajo del rombo.

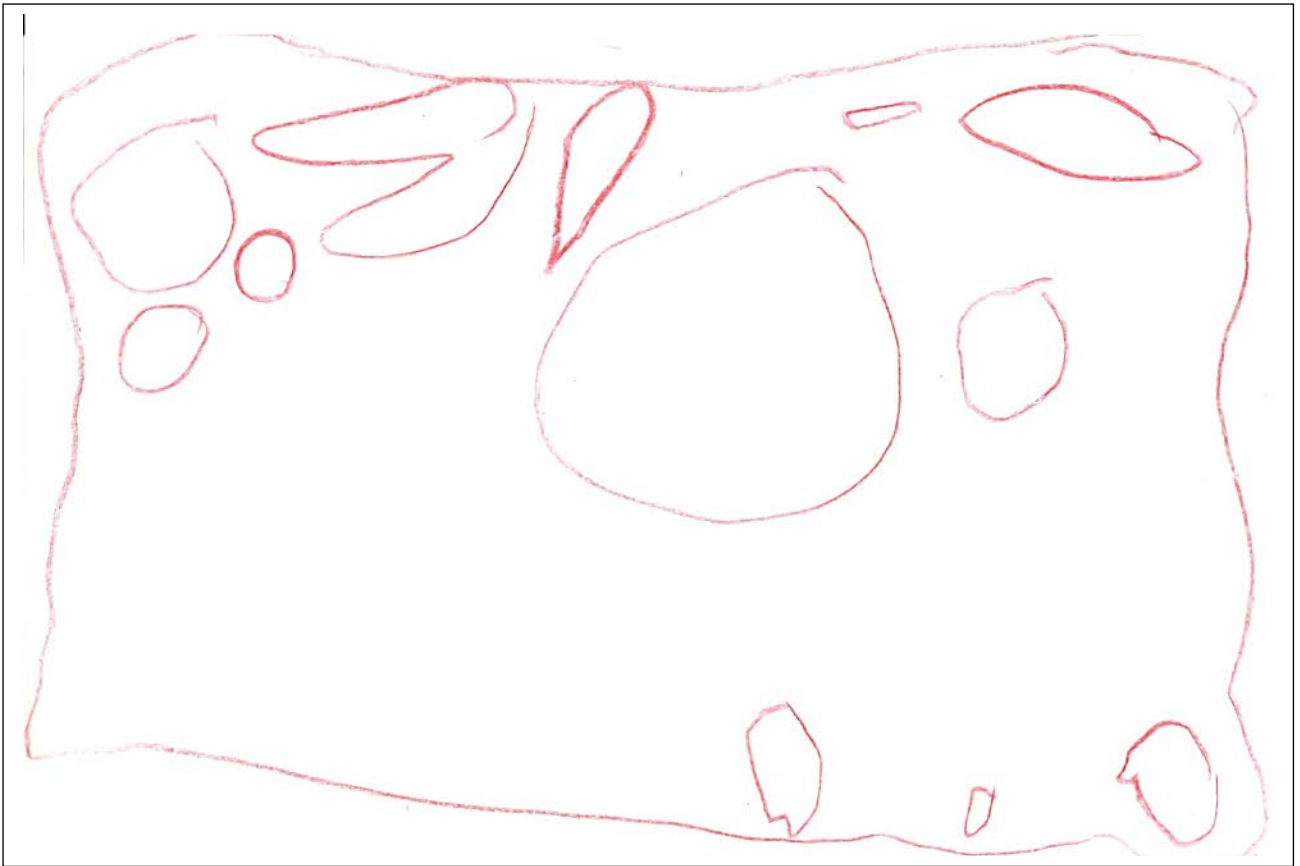


Lámina 56– Tema: REPRODUCCIÓN DE FORMAS Autor/a: Niña de 4 años

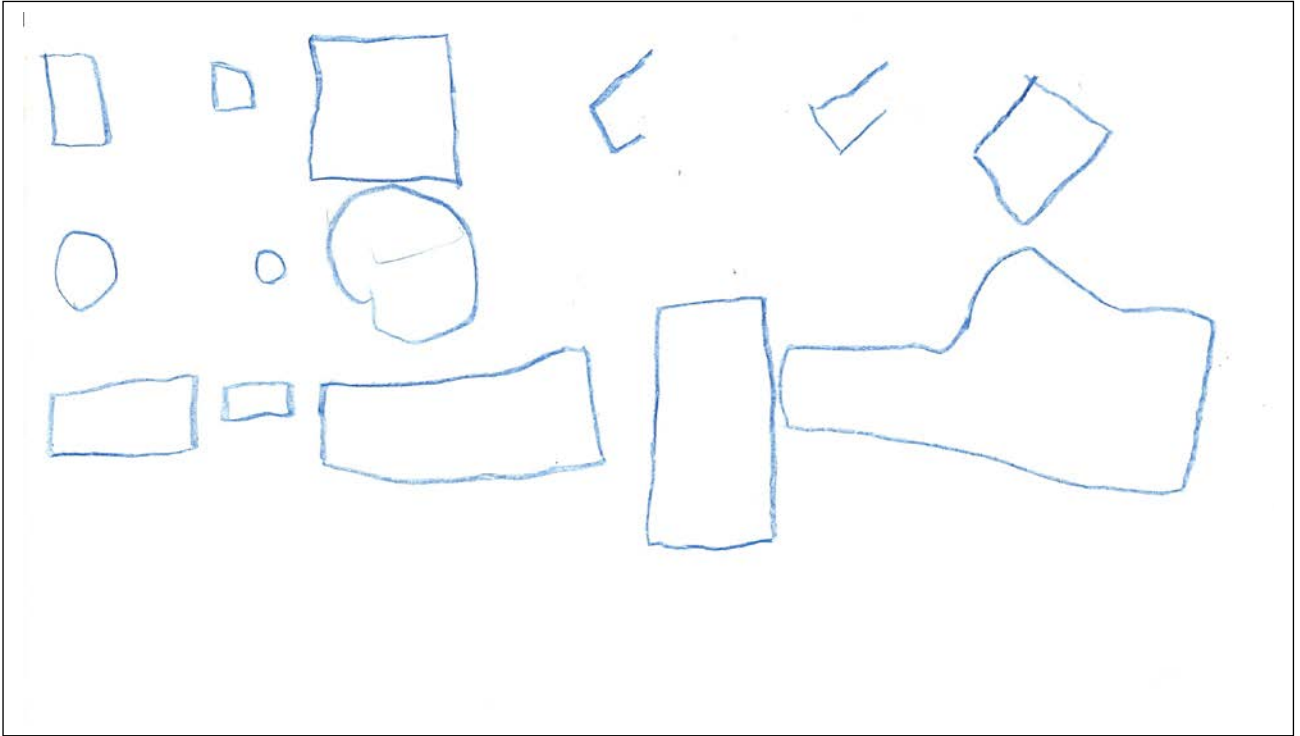


Lámina 57– Tema: REPRODUCCIÓN DE FORMAS Autor/a: Niño de 4 años

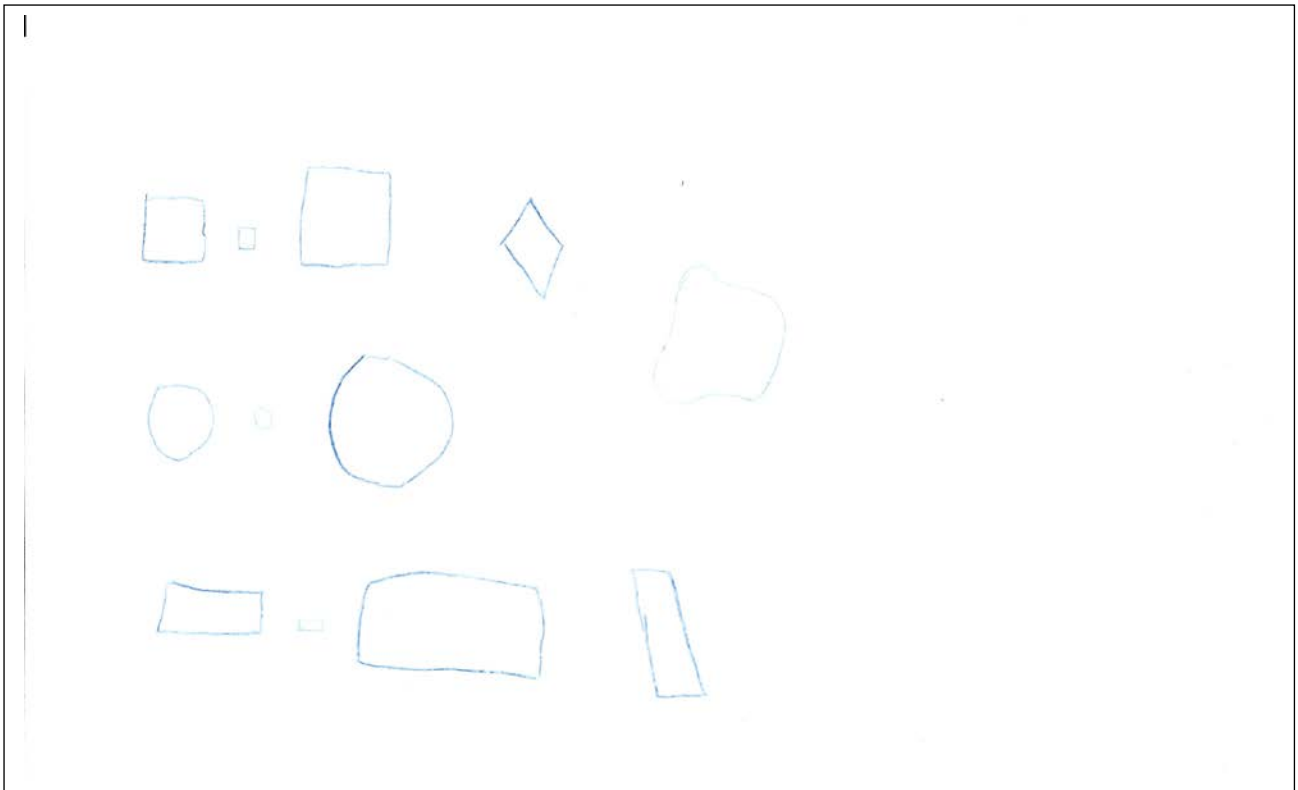


Lámina 58– Tema: REPRODUCCIÓN DE FORMAS Autor/a: Niño de 4 años

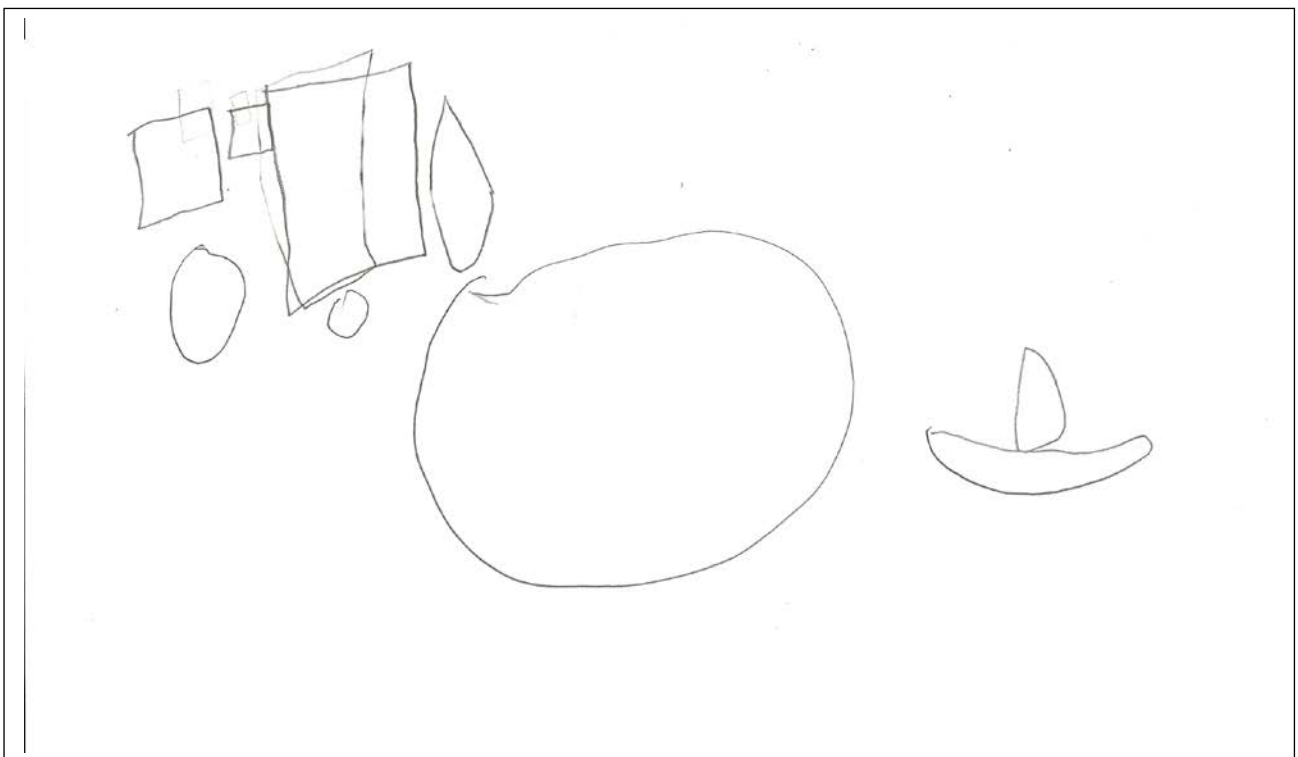


Lámina 59– Tema: REPRODUCCIÓN DE FORMAS Autor/a: Niño de 5 años

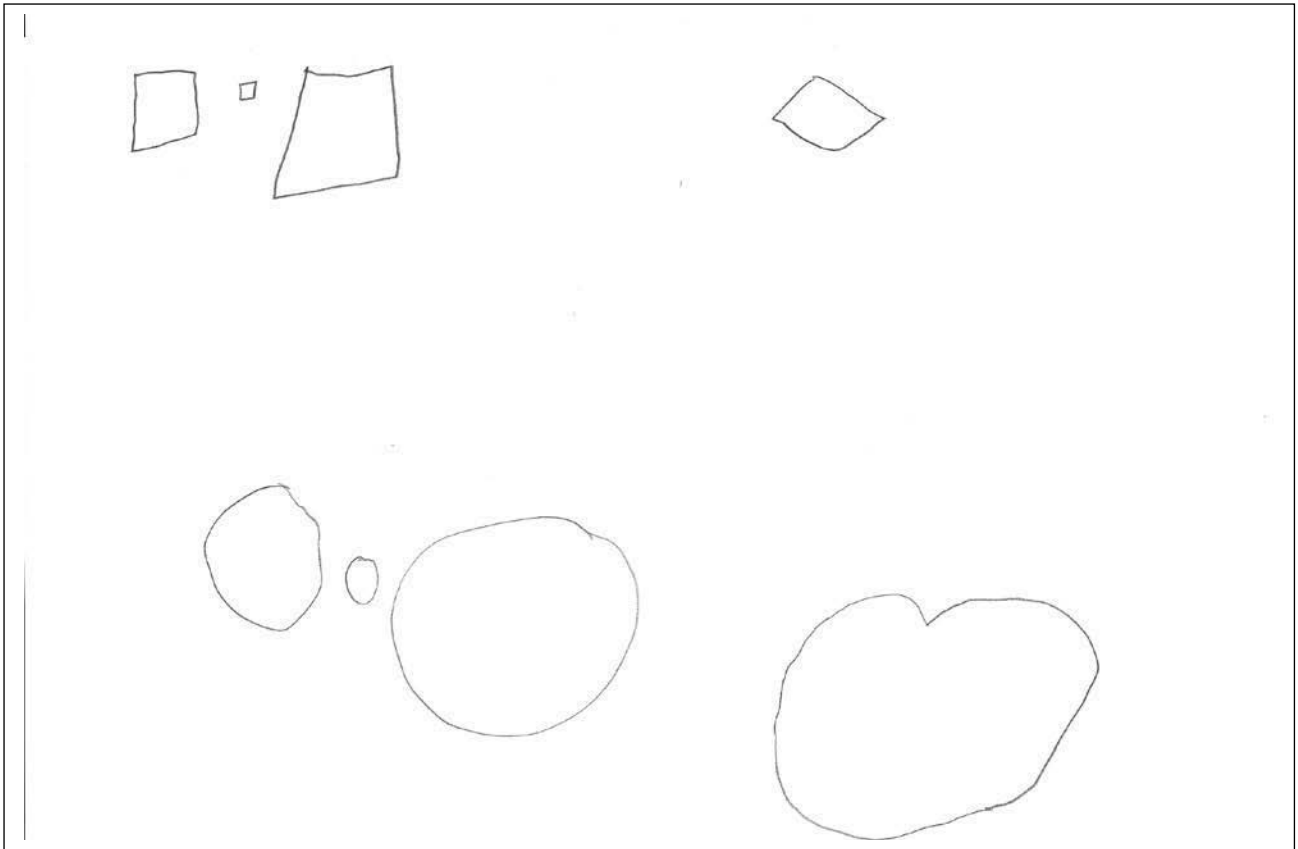


Lámina 60– Tema: REPRODUCCIÓN DE FORMAS Autor/a: Niño de 5 años

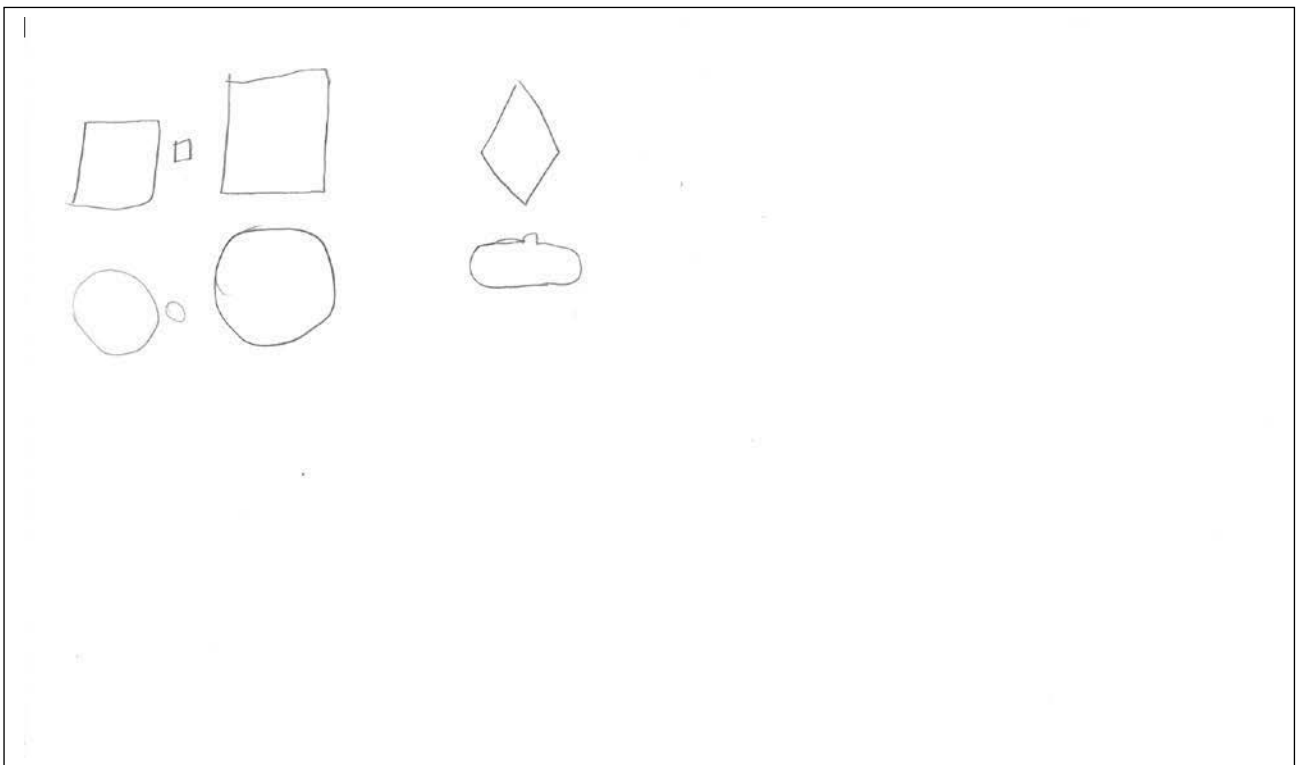


Lámina 61– Tema: REPRODUCCIÓN DE FORMAS Autor/a: Niña de 5 años

10.10. Prueba 12: Círculos

Presentación

El principal objetivo que nos planteamos con esta prueba era el de conocer el espacio topológico que utilizan los niños en sus representaciones gráficas -arriba-abajo, izquierda-derecha y centro-, e indagar en el modo en el que distribuyen los elementos dentro de una superficie, en este caso, una lámina A-4 en blanco que les presentamos a los sujetos, y en la que les pedíamos que dibujasen un único círculo. Les repartimos un segundo folio para que dibujasen dos círculos, y un tercero para que trazasen tres círculos. No se les dio ninguna consigna en cuanto al tamaño, color o disposición de la lámina, sin embargo prácticamente todos los alumnos, y especialmente todos los que hemos analizado, situaron la hoja en posición horizontal.

Conocer el espacio topológico que utilizan preferentemente los niños y las niñas nos pareció de gran importancia, ya que en los inicios del garabateo, no se posee un control gráfico de la superficie distribuyendo los distintos trazados de forma aleatoria, y no será hasta los cuatro o cinco años, con el proceso de maduración motriz y gráfica, cuando comienzan a ubicarlos de forma más o menos consciente.

Aunque el espacio topológico se podría analizar en cualquiera de las producciones de los sujetos, para un mejor análisis, nos pareció interesante dedicar una actividad exclusivamente para este tema. Decidimos que dibujaran círculos y no cualquier otra figura, ya que pensamos que, en estas edades de tres, cuatro y cinco años, los más pequeños no tendrían problema para representarlos, puesto que a partir de los dos años y medio, debido a la maduración motriz del brazo y de la mano, tiene lugar la aparición de las formas curvas.

Lámina 62

Esta primera lámina corresponde a un niño de 3 años. Le pedimos que dibujase un círculo, y con cera verde realizó una forma circular, irregular y cerrada, en el centro de la hoja, ligeramente desplazado hacia arriba y hacia la izquierda. No consiguió representar el círculo con corrección, pero si demostró el control necesario para unir el principio y el final de la figura que realizó.

Lámina 63

Esta niña de 3 años traza un círculo de mayor tamaño en el centro de la lámina, ligeramente desplazado hacia abajo. Demuestra mayor control en la ejecución de la figura, teniendo una mayor semejanza con un círculo que le pedíamos que realizara.

Lámina 64

En este trabajo, a esta niña de 3 años le pedimos que realizara dos círculos, sin darle ninguna otra consigna. Con una cera de color rojo, dibujó en la parte central de la lámina, dos figuras de pequeño tamaño, alargadas y redondeadas, aunque un poco desplazadas hacia la derecha.

Lámina 65

Este niño de 3 años representa dos grandes círculos que ocupan prácticamente toda la superficie de la lámina. Comenzó por el que se encuentra en el lado izquierdo, trazado con bastante precisión, y que decoró con unos barridos realizados con la misma cera de color verde. A continuación efectuó el que se encuentra en el lado derecho, éste último de menor tamaño y con una forma alargada, seguramente para adaptarlo al espacio que le quedaba por completar.

Si analizamos los dos círculos en conjunto, podemos decir que se encuentran ocupando todo el espacio de la lámina, y aparecen centrados, manteniendo la misma distancia hacia los bordes superiores e inferiores, y hacia los lados derecho e izquierdo.

Lámina 66

Este trabajo es de una niña de 3 años de edad. Tenía que dibujar tres círculos en la hoja, y para ello realiza tres grandes formas alargadas y redondeadas que, al igual que en la lámina anterior, ocupan la totalidad del espacio topológico. Las hace siguiendo el sentido de las agujas del reloj, mostrando en las dos primeras una gran precisión a la hora de cerrar ambas figuras, mientras que en la tercera la deja abierta, puesto que no ha unido el punto inicial y final.

Al observar el dibujo, creemos que ha trazado estas formas alargadas en lugar de círculos para poder adaptarse mejor al espacio y ocuparlo por completo.

Lámina 67

Esta última lámina de 3 años que vamos a analizar corresponde a un niño. Le pedimos que dibujara los tres círculos, y en primer lugar hace uno de gran tamaño en la

zona de la derecha, prácticamente en el centro, ni hacia arriba ni hacia abajo. Para representar los otros dos, dibuja encima del primero dos formas irregulares, circulares y alargadas que sitúa una a la derecha y otra a la izquierda. Para trazar las tres figuras sigue la dirección positiva, contraria a las agujas del reloj.

Del análisis de las láminas de los niños y niñas de 3 años, podemos concluir que, en general, tienden a ocupar la parte central de la lámina cuando están realizando sus garabatos y dibujos.

Lámina 68

A la niña de 4 años, autora de esta lámina, le pedimos que dibujara un círculo. Con la lámina en posición horizontal –al igual que todas las que hemos analizado–, representó con lápiz de grafito uno de gran tamaño que ocupa el centro de la hoja, desplazándose muy ligeramente hacia abajo y hacia la derecha. Para ejecutarlo, siguió el sentido contrario a las agujas del reloj, uniéndolo con gran precisión los puntos de inicio y de final.

Lámina 69

Este niño de 4 años representa un círculo de pequeño tamaño, en la parte superior izquierda de la lámina, recordándonos, por su tamaño y posición, los ejercicios de preescritura que comienzan a realizar en clase a partir de estas edades, por lo que creo que está influido por ellos. Lo efectúa siguiendo el sentido de las agujas del reloj.

Lámina 70

Nos encontramos ante la lámina realizada por una niña de 4 años, en la que tenía que representar dos círculos. Para ello, y siguiendo la dirección positiva contraria a las agujas del reloj, los traza en el centro de la hoja, ni hacia arriba ni hacia abajo, separados entre sí algo menos de nueve centímetros, por lo que, si doblásemos la hoja por la mitad y trazásemos un eje vertical, ambos círculos serían prácticamente simétricos.

Lámina 71

En esta prueba de una niña de 4 años, vemos dos círculos de pequeño tamaño situados -de modo parecido a lo que ocurría en la lámina 69–, en la parte superior izquierda, recordándonos en gran medida a los ejercicios que realizan los alumnos de

estas edades cuando comienzan a escribir, por lo que consideramos importante su influencia. El sentido que siguen ambos círculos es el contrario al de las agujas del reloj.

Lámina 72

En el trabajo de este niño de 4 años, encontramos su respuesta para representar tres círculos, que realiza uniendo unos a otros, con unas formas ligeramente ovaladas, siguiendo el sentido contrario al de las agujas del reloj y situándolos en el centro de la lámina, desplazados ligeramente hacia abajo y hacia la izquierda.

Lámina 73

Nos encontramos con una respuesta gráfica diferente a la anterior, puesto que este niño de 4 años ha elegido la esquina superior izquierda para realizar los tres círculos que se le pedían. Los hace con un tamaño pequeño, y, al igual que hemos observado en láminas anteriores, nos puede recordar a los ejercicios de escritura que hacen en clase.

Lámina 74

Trabajo de un niño de 5 años. En él plasma un gran círculo ligeramente alargado que ocupa la casi totalidad del centro de la lámina, aunque se encuentra desplazado hacia abajo y hacia la izquierda. Muestra un gran control al unir el inicio y final del trazado, y sigue el sentido de las agujas del reloj. Corresponde a un niño al que le gustaba dibujar y disfrutaba haciéndolo.

Lámina 75

Por el contrario, este niño de 5 años da una respuesta un poco diferente a la anterior, ya que aunque el espacio que ocupa el círculo es prácticamente el mismo, desplazado hacia la izquierda y un poco hacia abajo, el tamaño que presenta y la inseguridad en el trazo –puesto que realiza el círculo no de una vez, sino uniendo dos arcos- los hace distintos.

Lámina 76

Este niño de 5 años dibuja dos círculos de tamaño mediano, siguiendo el sentido positivo contrario a las agujas del reloj, a lo largo de un eje horizontal, desplazándolos hacia la izquierda y ligeramente hacia abajo.

Lámina 77

Por el contrario, esta niña de 5 años ejecuta dos círculos de pequeño tamaño en la parte superior y a la izquierda, alineados uno a continuación del otro, por lo que nos recuerda los ejercicios de preescritura que con estas edades realizan en las clases. Ambos se han trazado en el sentido contrario a las agujas del reloj.

Lámina 78

En esta lámina de un niño de 5 años, se trazan tres círculos de mediano tamaño, que ocupan la casi totalidad del espacio topológico, aunque se encuentran ligeramente desplazados hacia abajo y hacia la izquierda, como ocurría en la lámina 76, realizada por el mismo alumno. Los círculos han sido trazados con sentido positivo, siguiendo la dirección contraria a las agujas del reloj.

Lámina 79

Este niño de 5 años ha dibujado tres pequeños círculos en el centro de la lámina, ligeramente desplazados hacia arriba. Los realiza siguiendo el sentido contrario a las agujas del reloj, no apareciendo alineados como hacen la mayoría de los pequeños, sino que los dispone en los vértices de un hipotético triángulo.

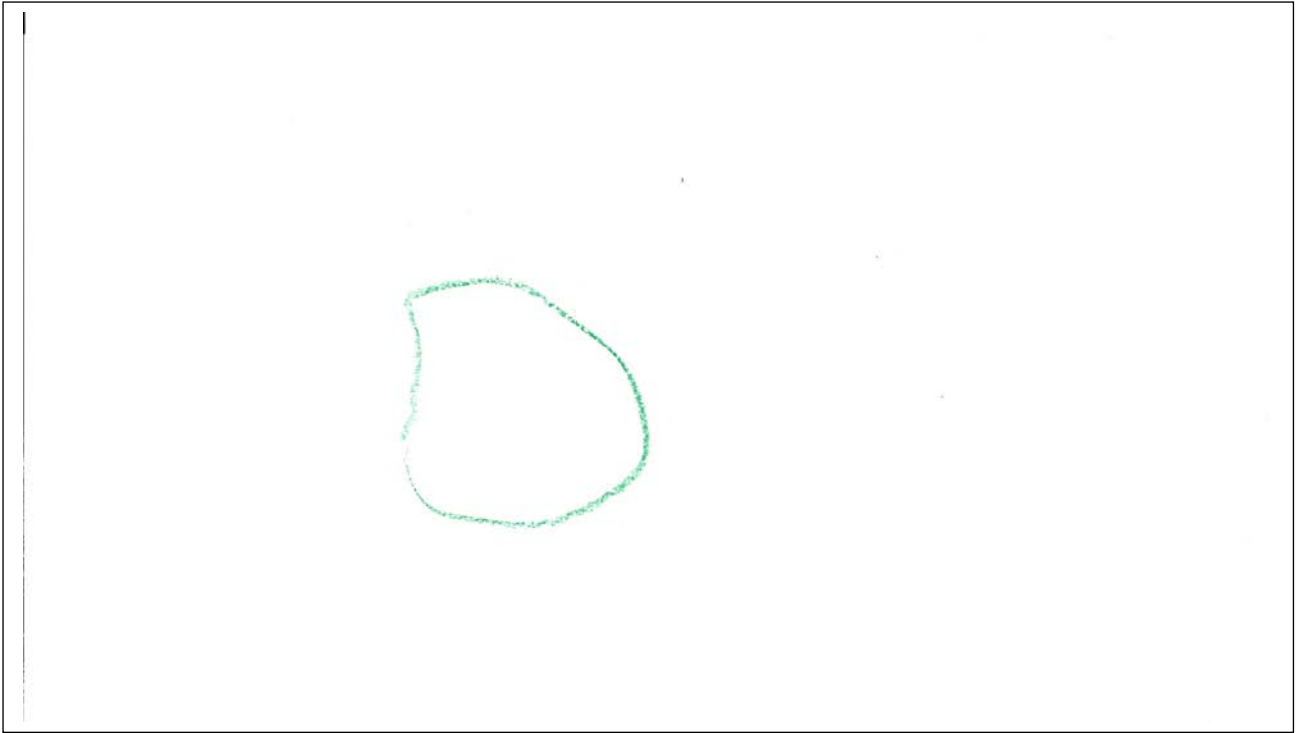


Lámina 62– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niño de 3 años

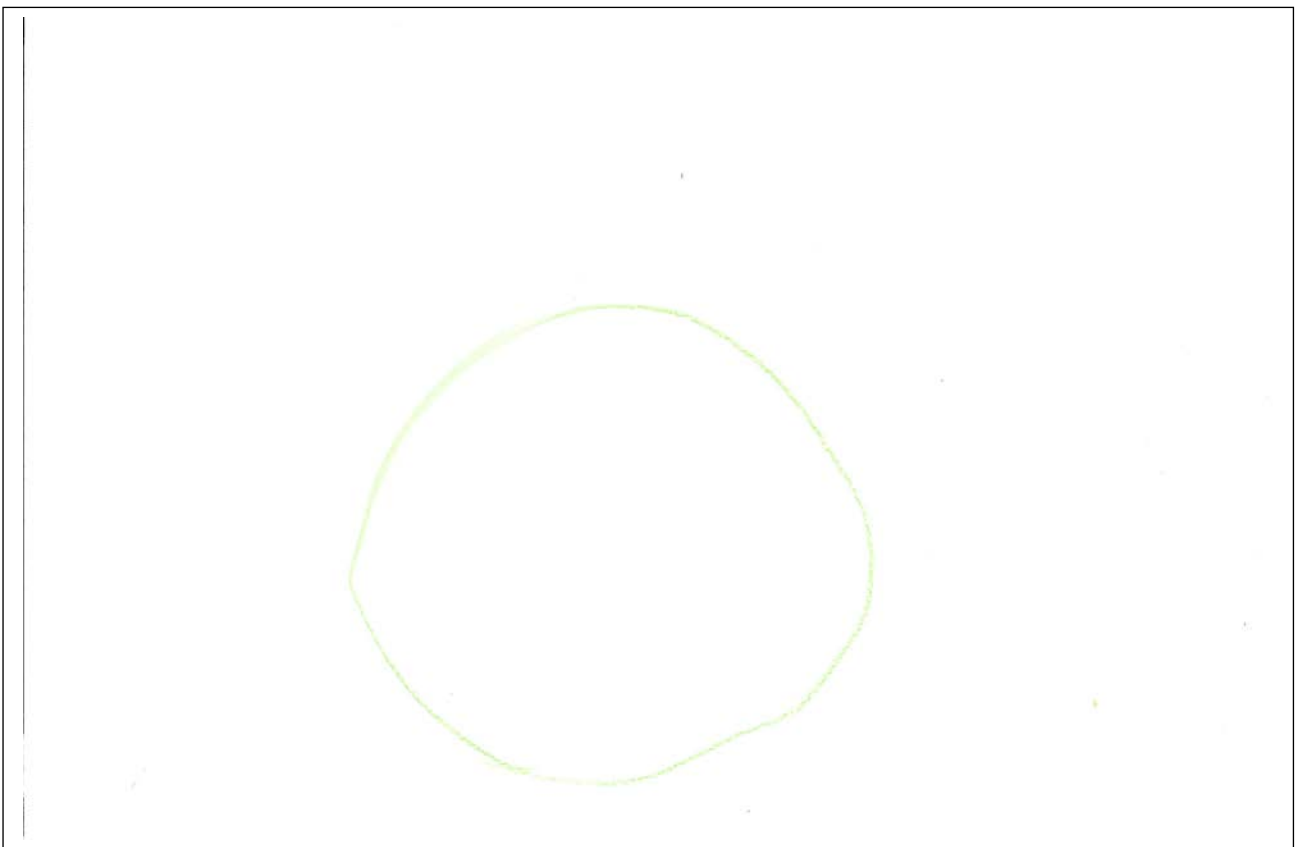


Lámina 63– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niña de 3 años

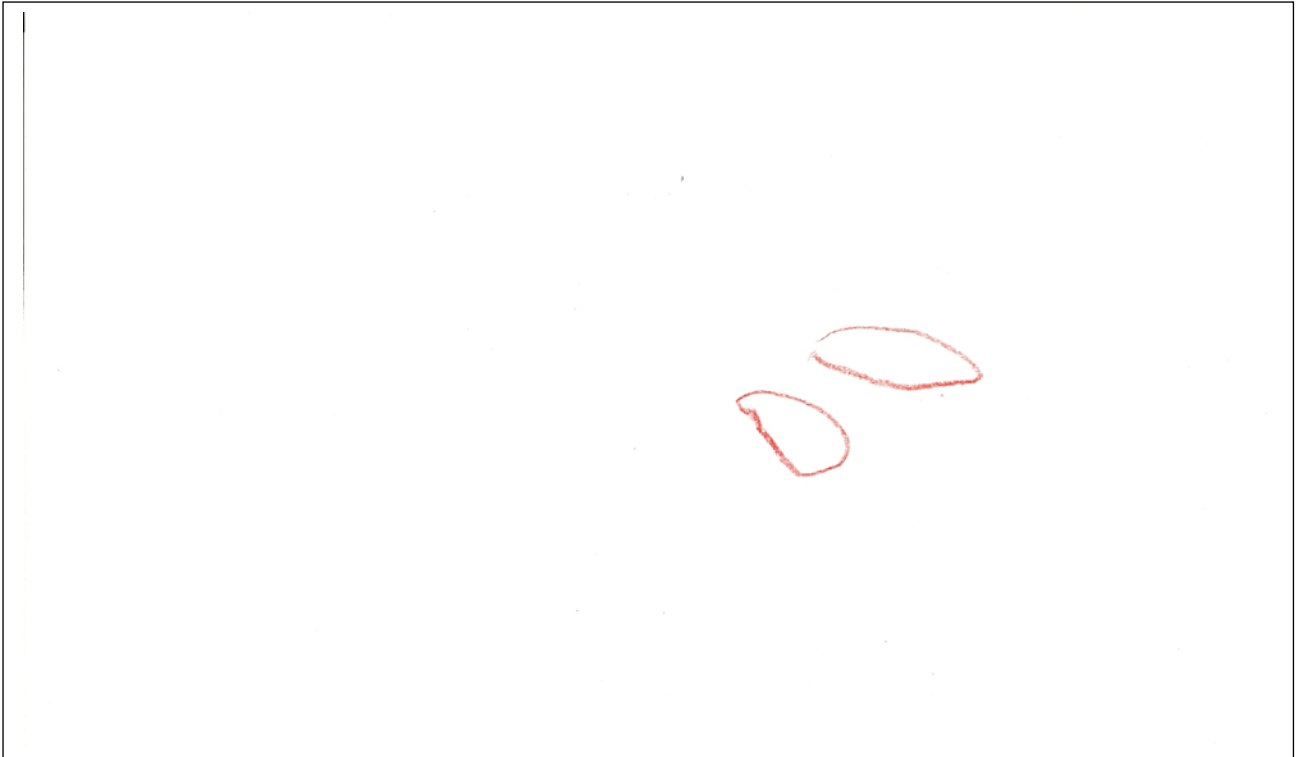


Lámina 64– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niña de 3 años

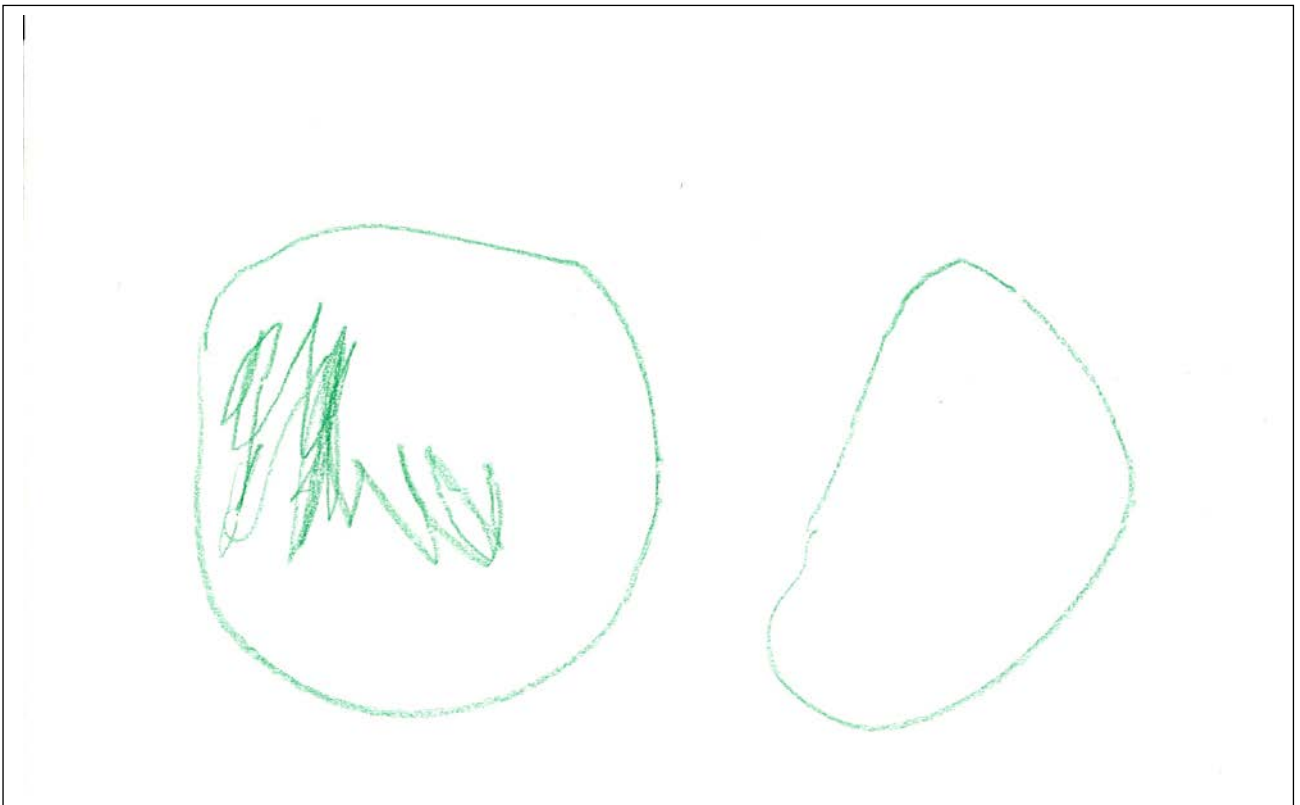


Lámina 65– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niño de 3 años

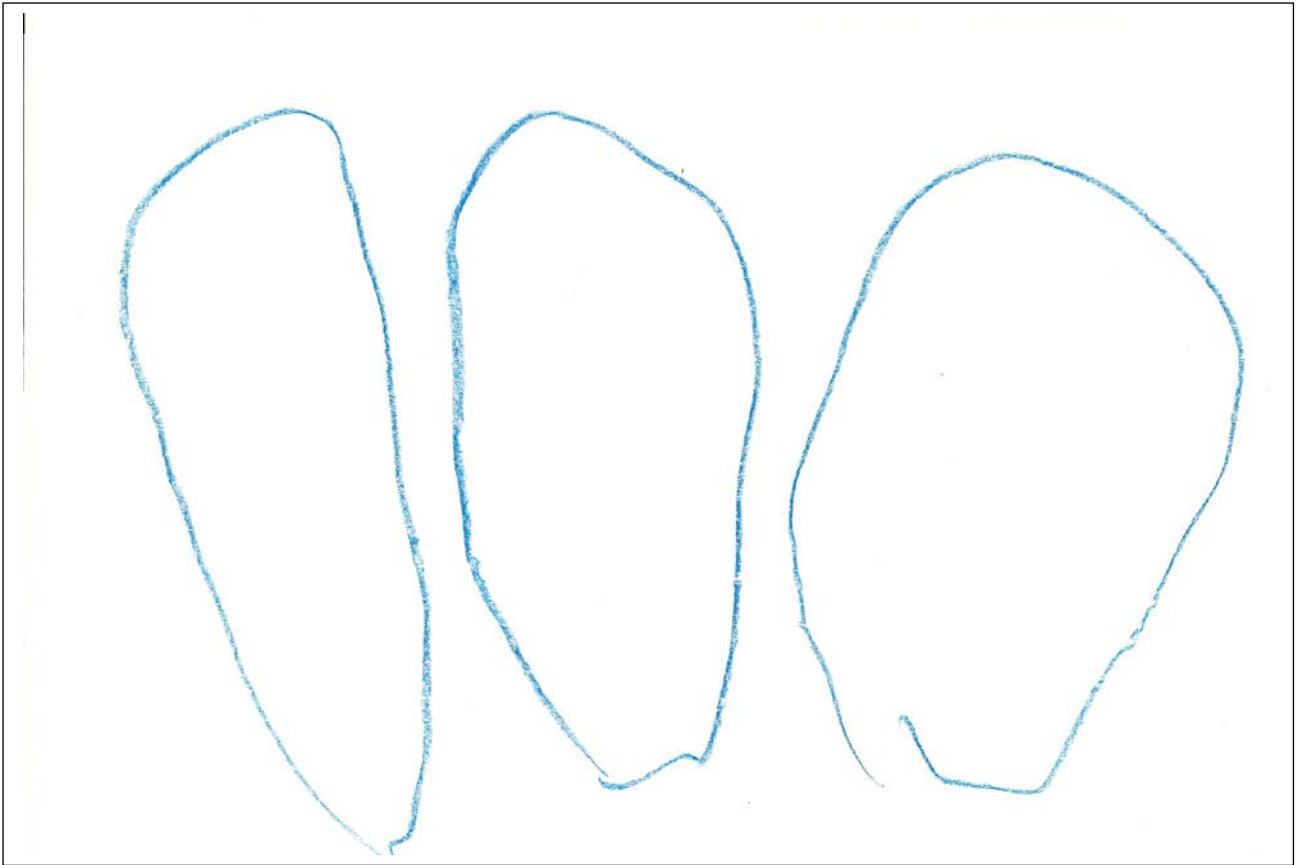


Lámina 66– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niña de 3 años

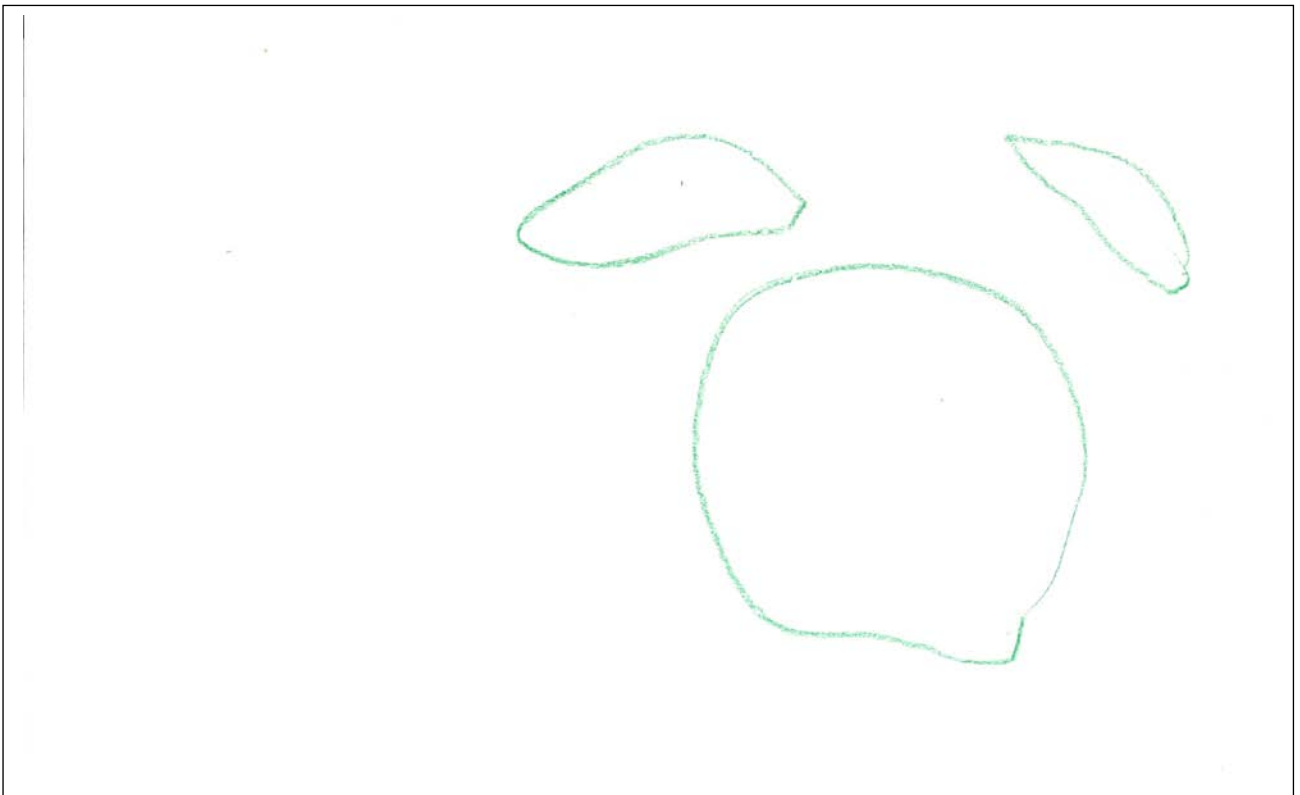


Lámina 67– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niño de 3 años

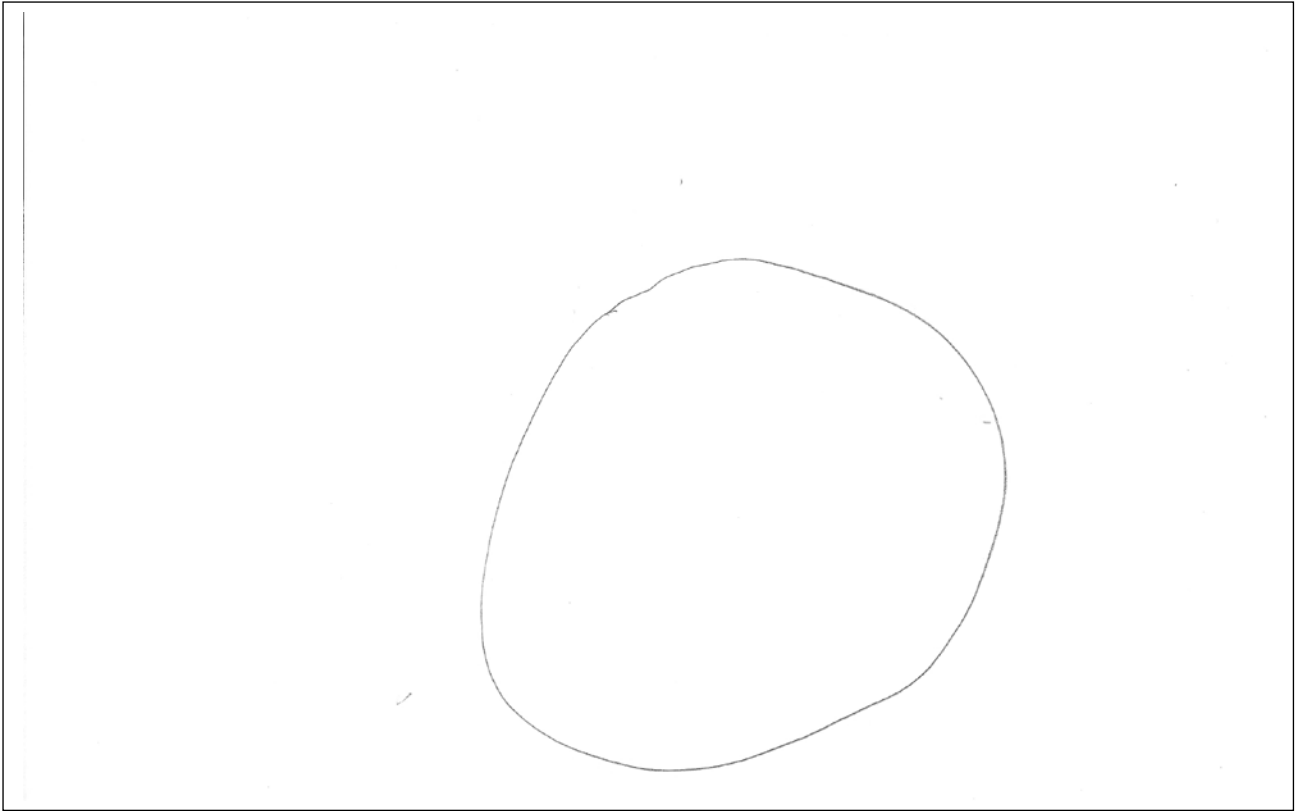


Lámina 68– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niña de 4 años

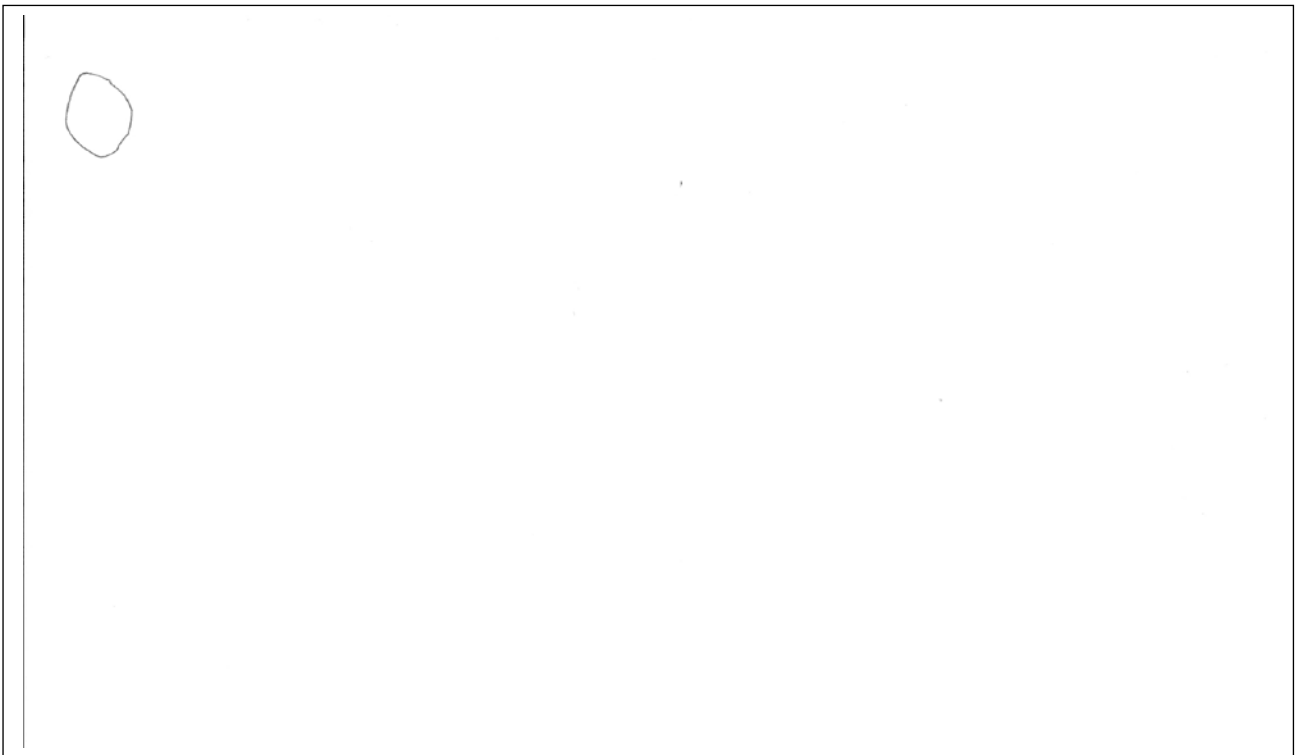


Lámina 69– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niño de 4 años

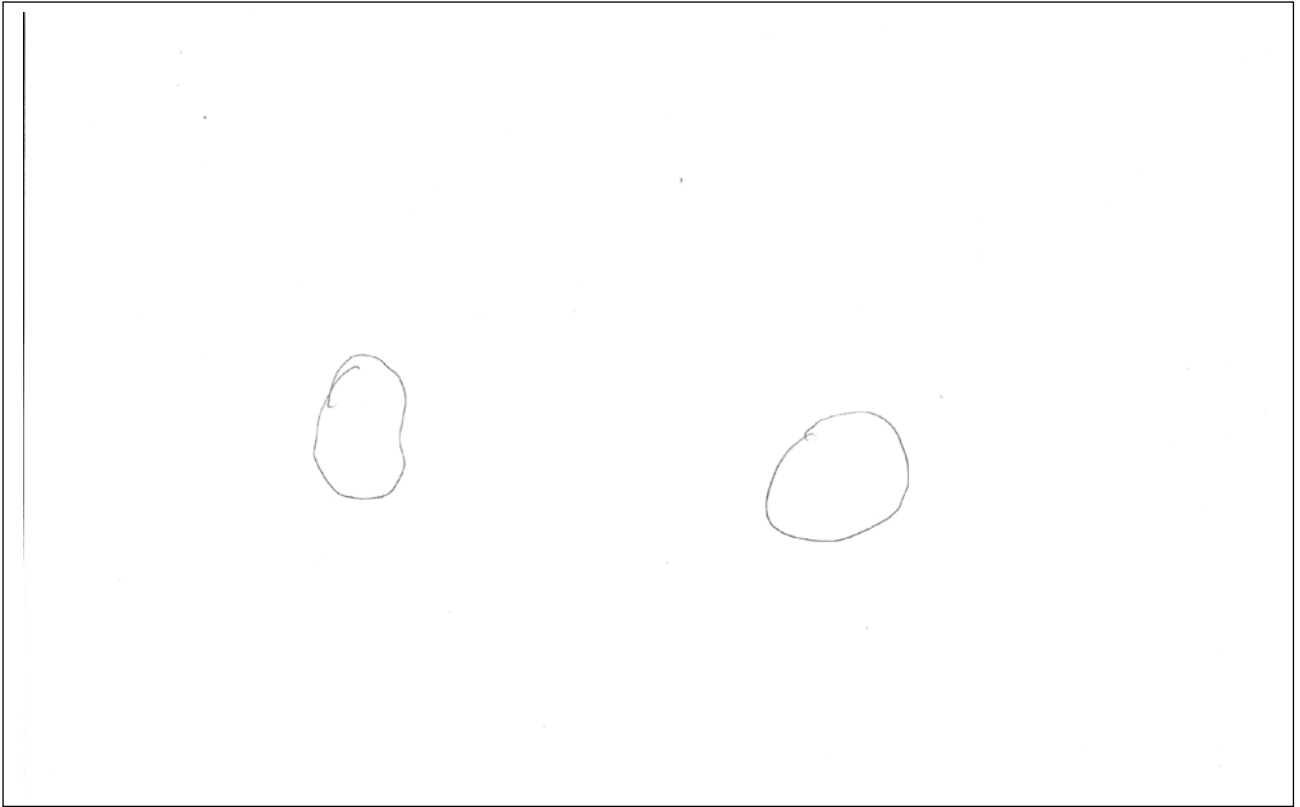


Lámina 70– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niña de 4 años

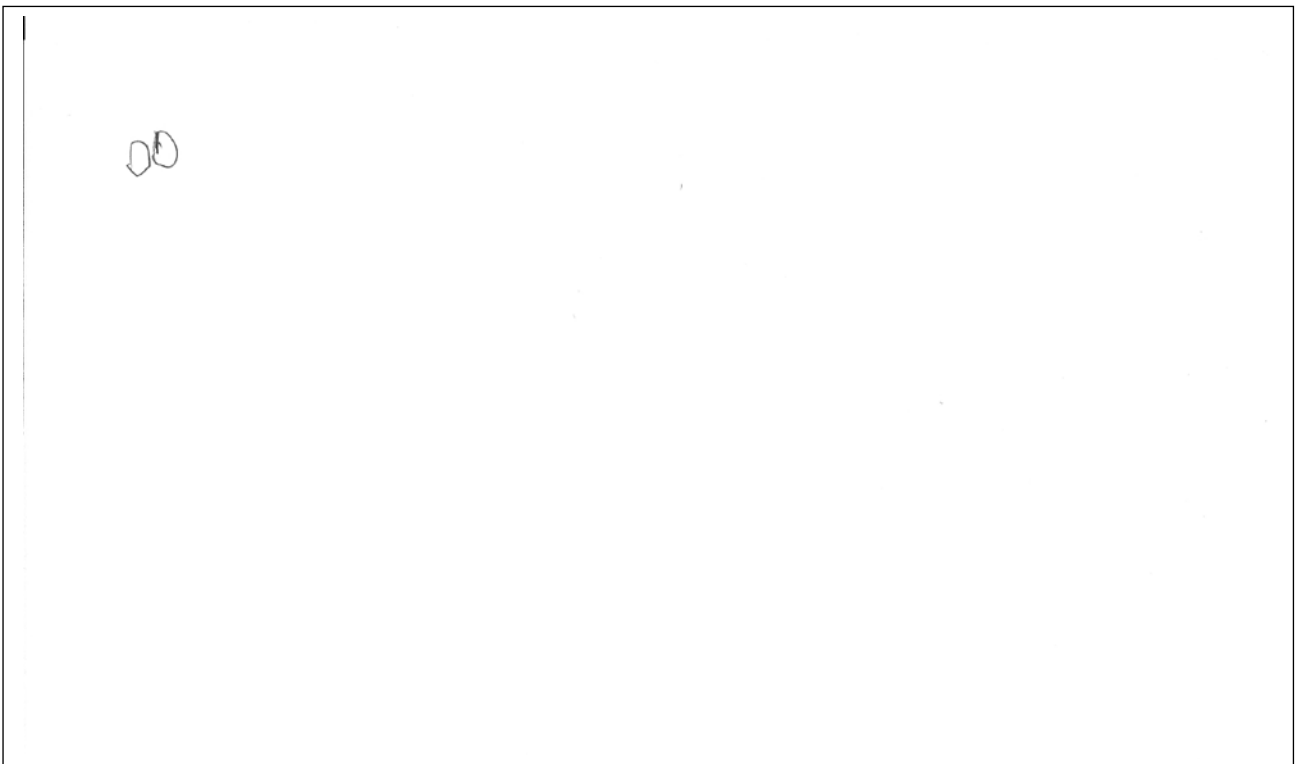


Lámina 71– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niña de 4 años

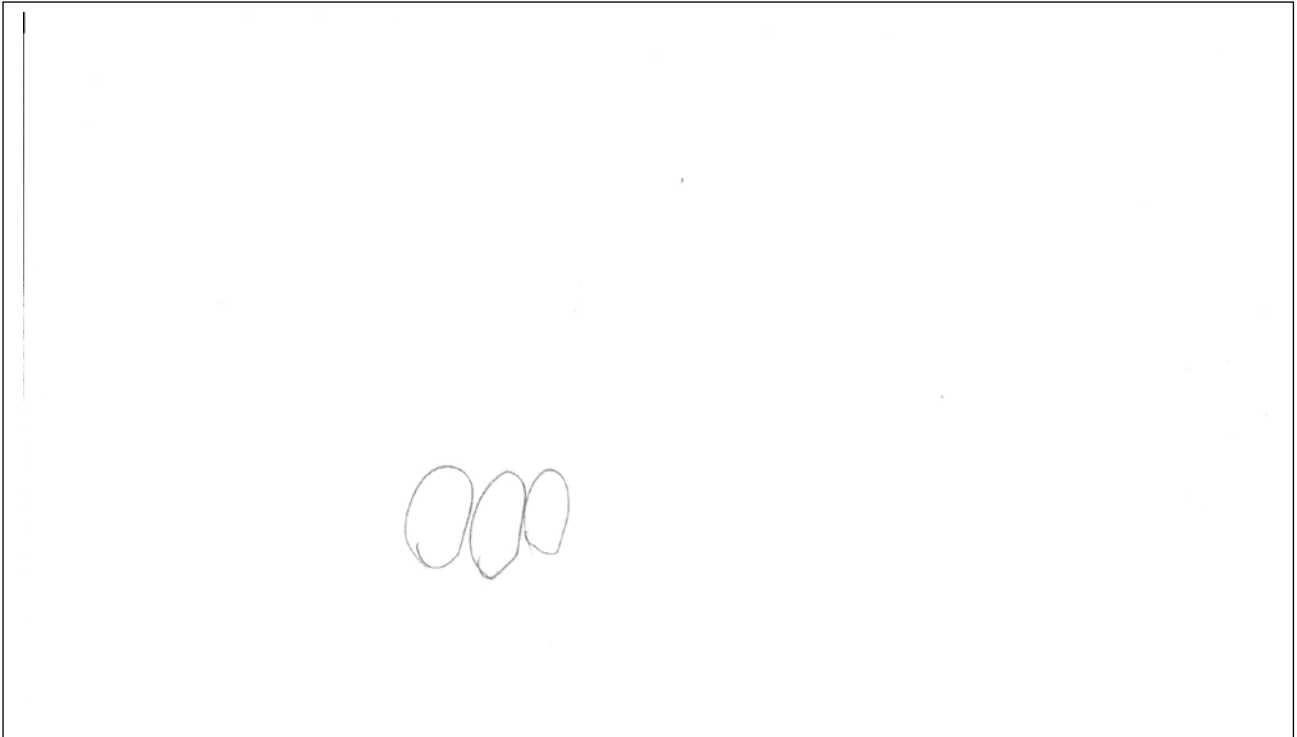


Lámina 72– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niño de 4 años

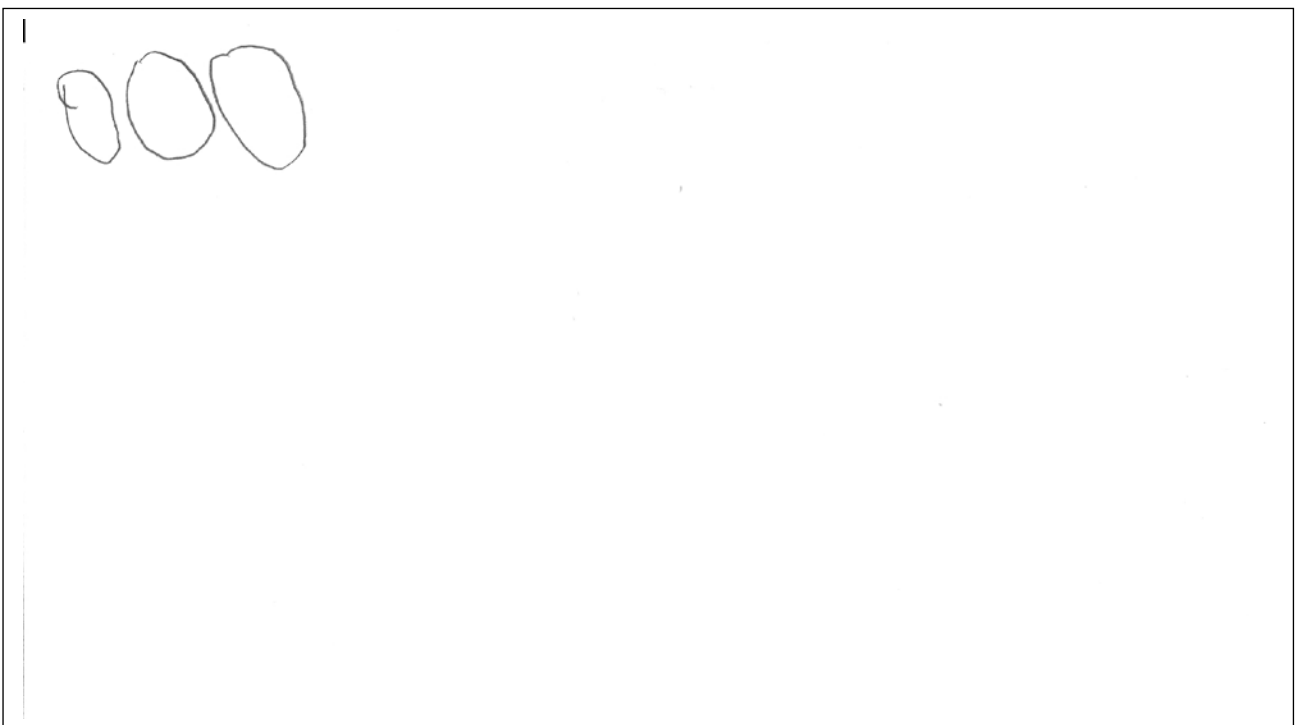


Lámina 73– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niño de 4 años

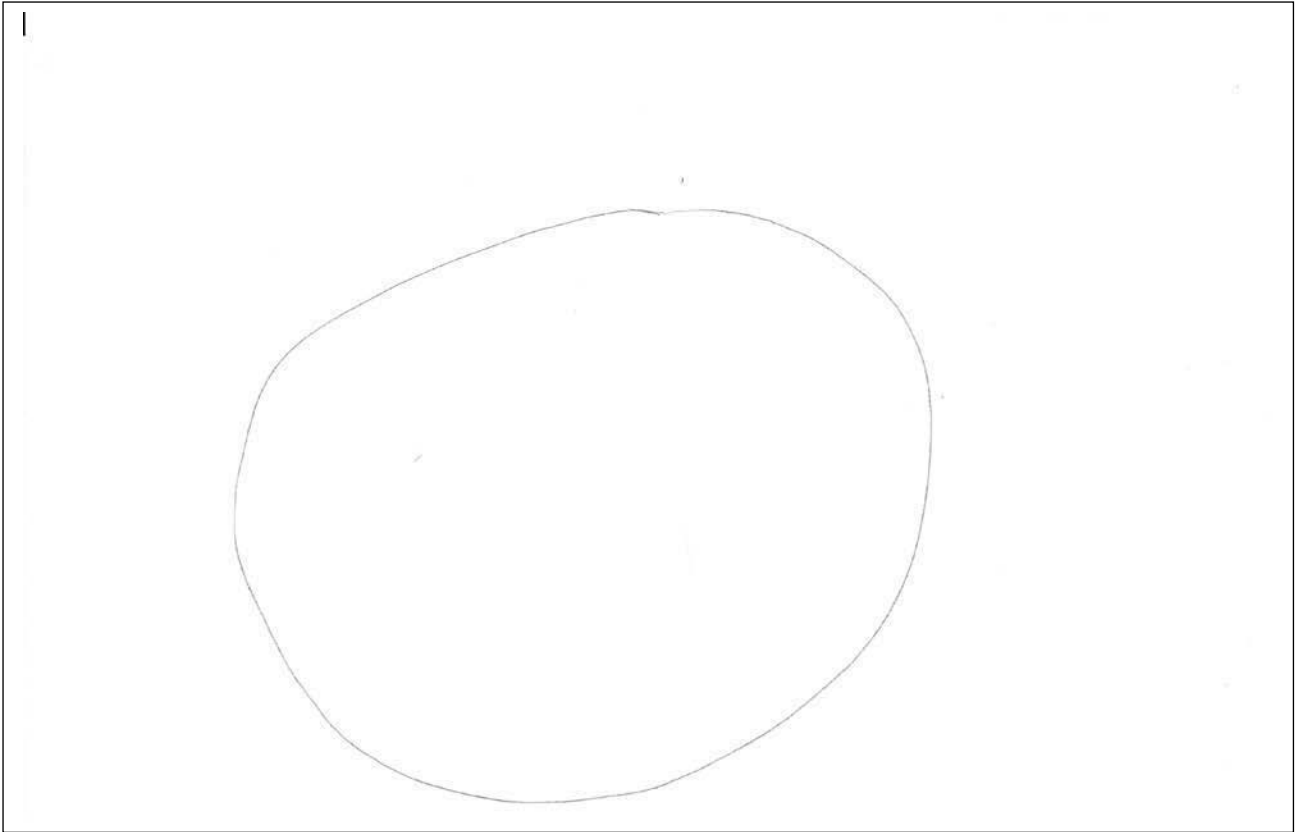


Lámina 74– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niño de 5 años

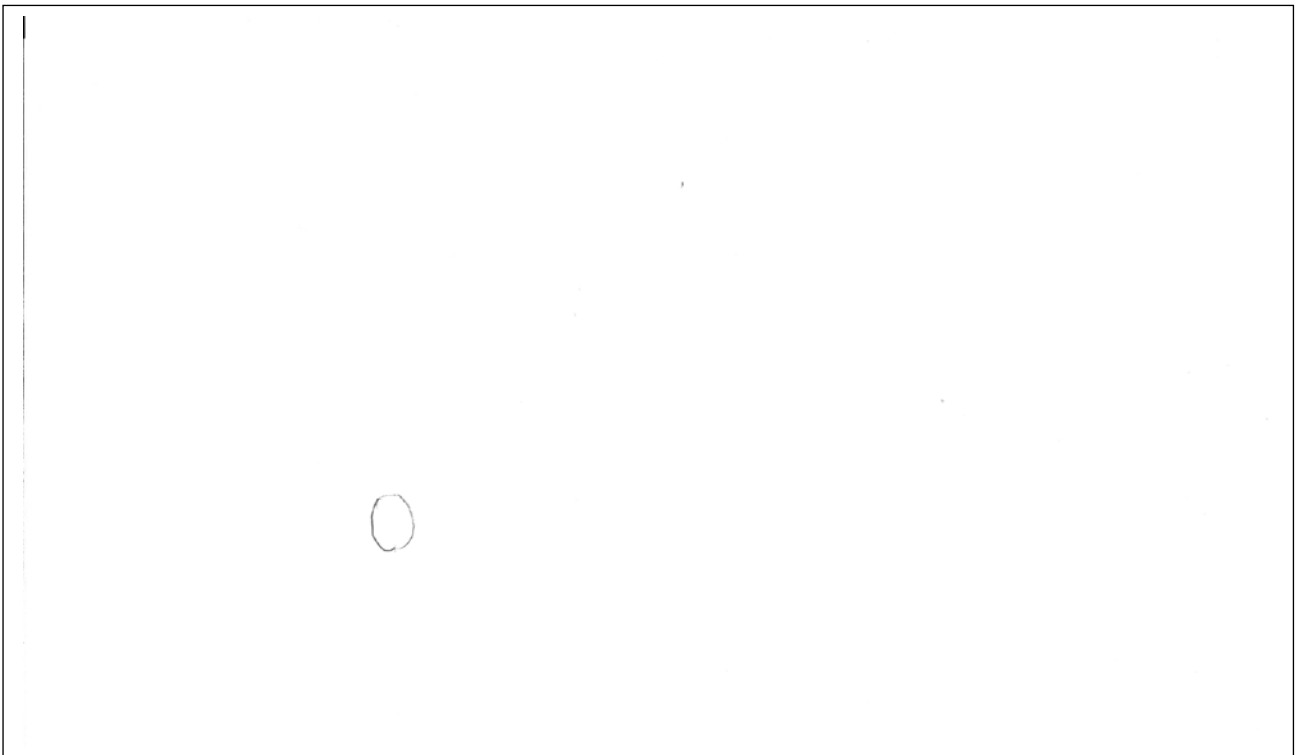


Lámina 75– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niño de 5 años

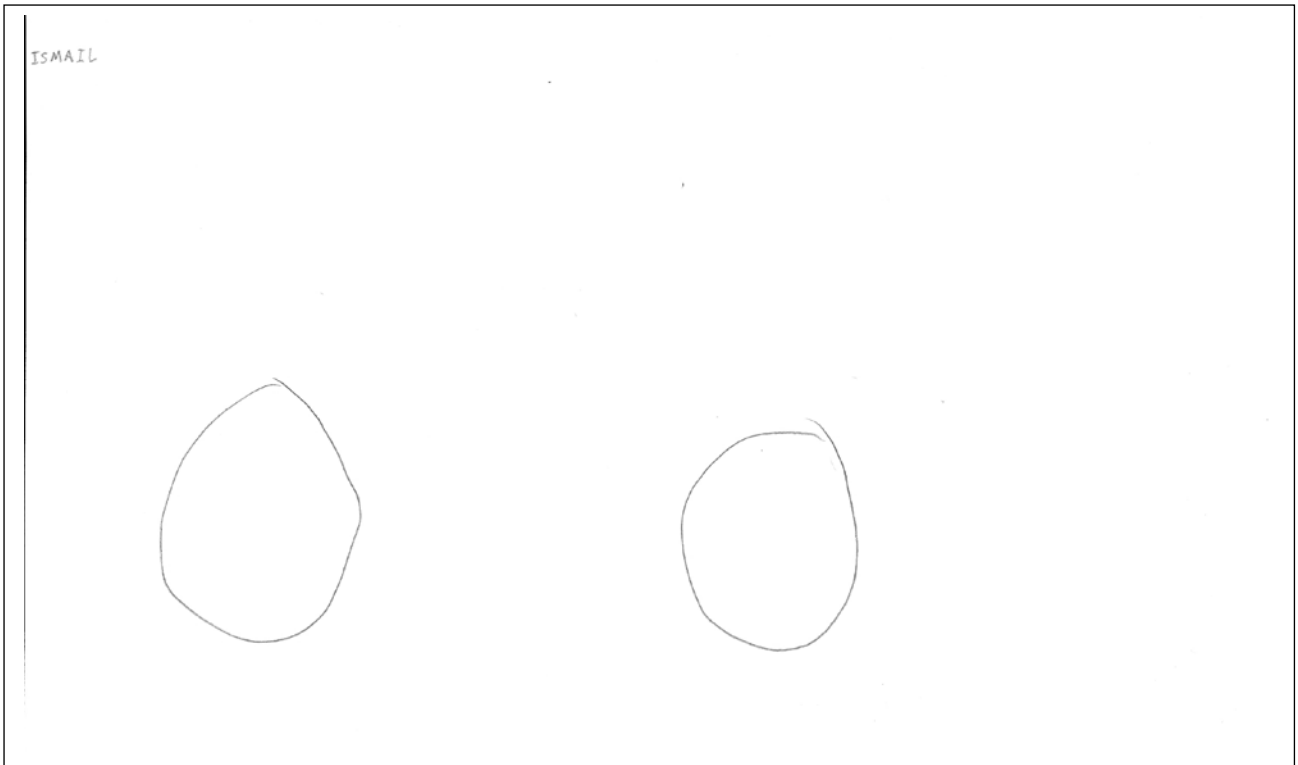


Lámina 76– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niño de 5 años

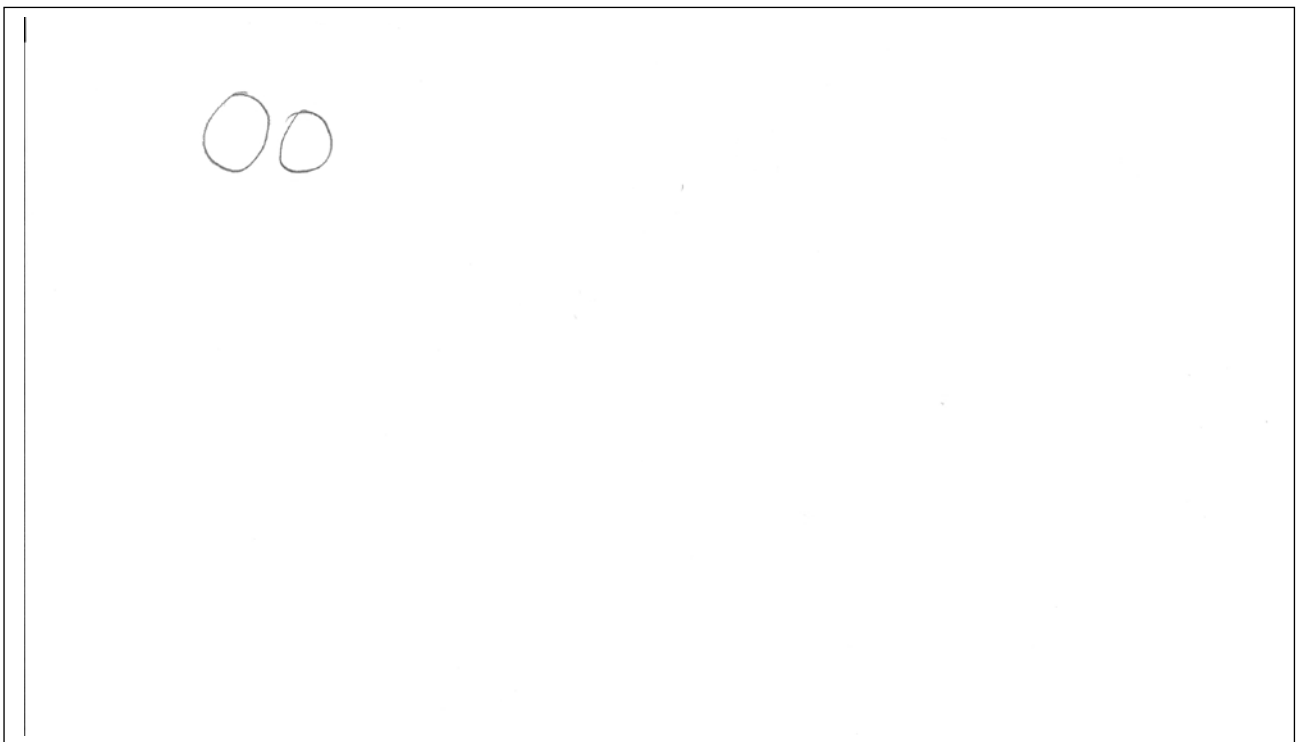


Lámina 77– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niña de 5 años

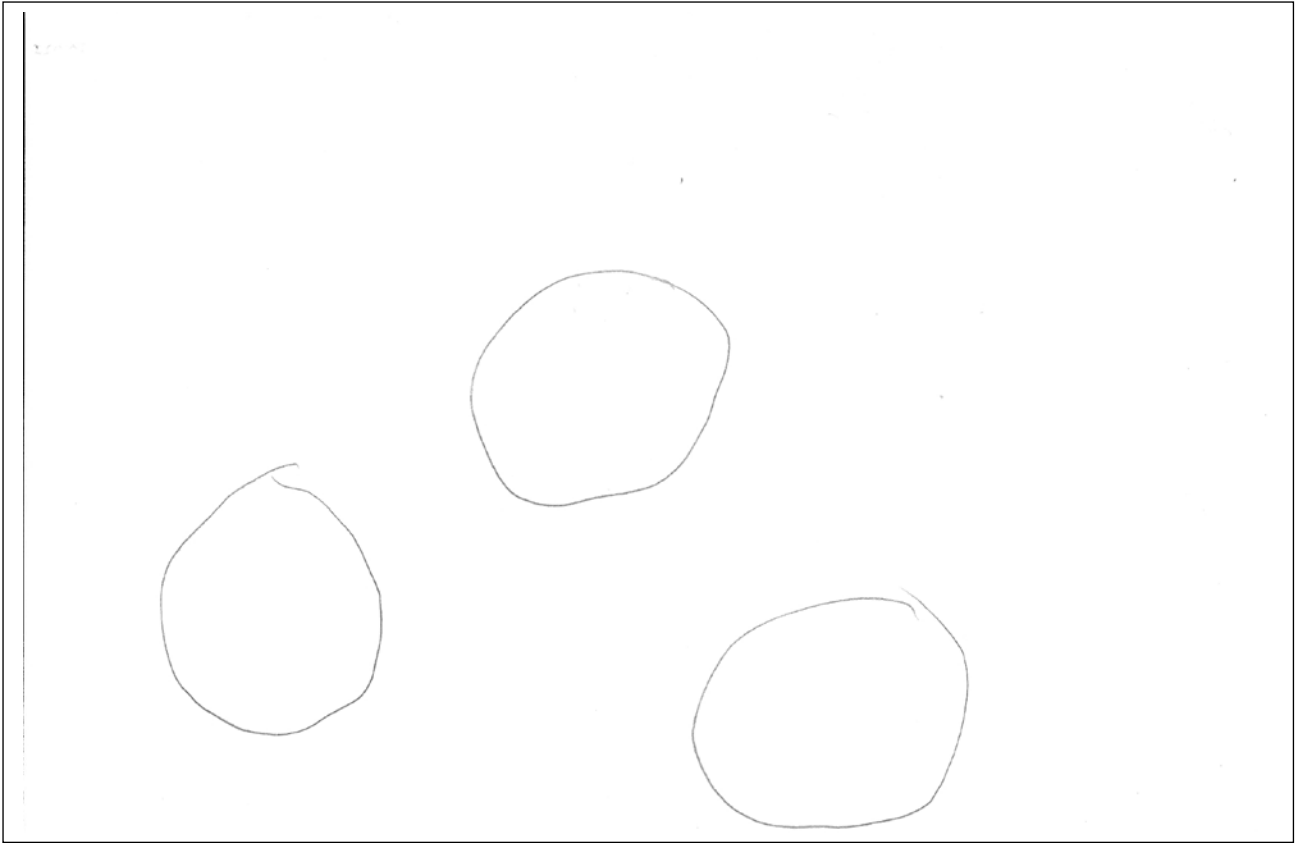


Lámina 78– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niño de 5 años

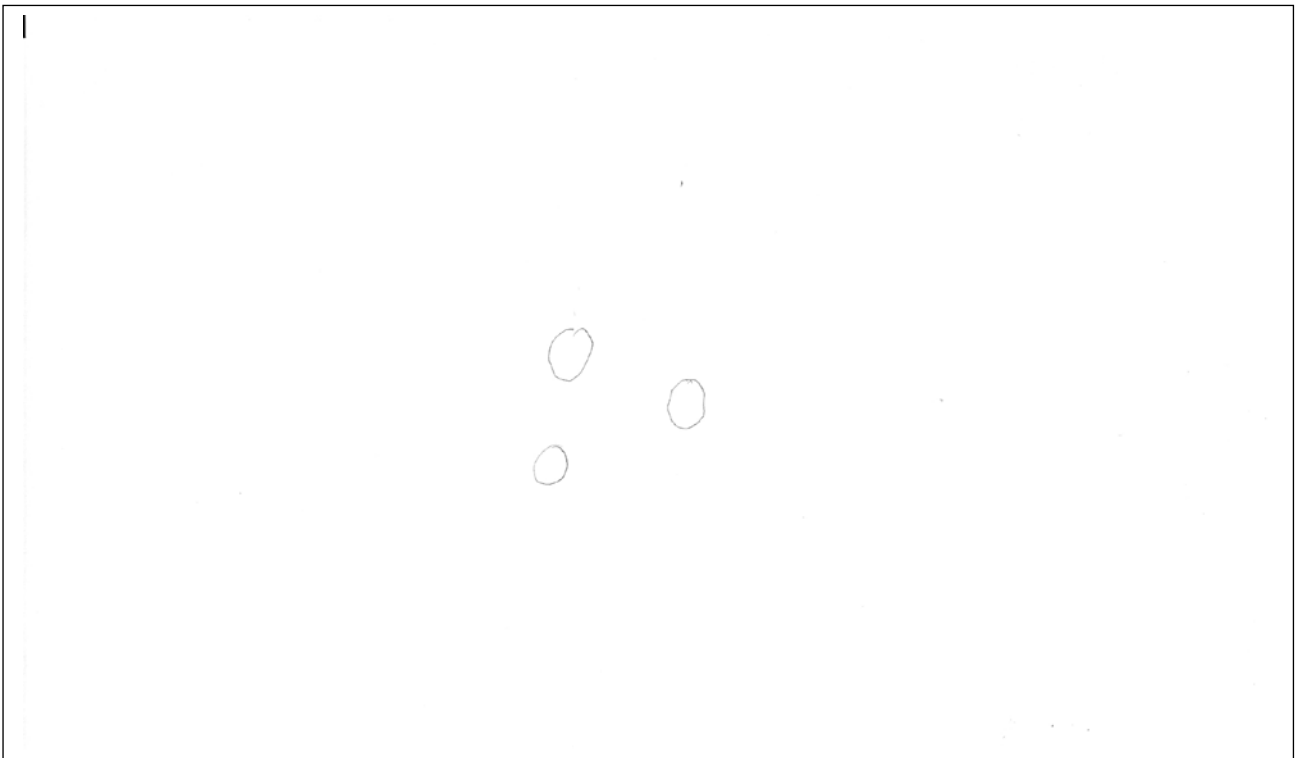


Lámina 79– Tema: CÍRCULOS Autor/a: Niño de 5 años

10.11. Prueba 13: Cuadrado y punto-líneas-cuadrados

Presentación

Aunque de forma espontánea, los pequeños de tres años suelen realizar en sus distintas producciones gráficas ciertas combinaciones de cuadrados con otros elementos en su interior. Con esta prueba queríamos conocer la capacidad que tenían para copiar un cuadrado y las distintas combinaciones del cuadrado con la cruz, aspa, punto u otro cuadrado de menor tamaño en su interior; así como, saber cuáles son las figuras que eran capaces de copiar y cuáles no teniendo un modelo.

Hemos de apuntar que la figura del cuadrado es realizada en torno a los tres o tres años y medio de forma consciente, cuando ya son capaces de memorizarla y repetirla debido a su propia configuración. Su construcción implica un control de las líneas desde que lo inician hasta que llega a su fin. Pronto comienzan a dibujarla con relativa frecuencia, generalmente combinándola con otras figuras o garabatos, y será un elemento fundamental al realizar sus dibujos, como ocurre con la casa.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, decidimos plantear una prueba en la que deberían copiar cinco cuadrados con diversos elementos en su interior. Así, le presentamos a cada niño una lámina fotocopiada dispuesta horizontalmente, en la cual aparecían cinco figuras en la parte superior que ellos debían considerar como modelos y copiarlas debajo de cada una de ellas. Las figuras eran un cuadrado, un cuadrado con una cruz en su interior, otro con un aspa cuyos extremos llegaban hasta los vértices, un cuarto cuadrado con un punto en el centro y, por último, otro con un cuadrado más pequeño en su interior.

Como hemos indicado, en torno a los 3 o 3,5 años, los pequeños realizan combinaciones de cuadrados con otros diagramas o garabatos, principalmente en el dibujo de la casa, aunque también aparece en muchas otras combinaciones. Por este motivo, nos pareció interesante realizar esta prueba con los alumnos de 3 años de edad, ya que en las edades posteriores es muy habitual en ellos las uniones de estos grafismos para realizar figuras cada vez más complejas.

Lámina 80

Nos encontramos con la respuesta gráfica dada por una niña. A su edad, se espera que al menos sea capaz de trazar los cuadrados y alguno de los elementos de su interior; sin embargo, cuando cogió el rotulador para realizar las distintas figuras comenzó a trazar

unos garabatos sin ningún control, que fueron generando una serie de líneas que se cruzan entre sí y que no tienen ninguna similitud con las formas que tenía que imitar. Acabó su trabajo con una serie de puntos que fue trazando por toda la hoja sin ningún orden concreto.

El resultado final nos indica que esta pequeña se encuentra en la fase del garabato no controlado, aunque por su edad debería haber dado cierta solución que respondiera a algunos de los objetivos que se le han propuesto. Considero, pues, que la prueba no ha sido resuelta satisfactoriamente.

Lámina 81

Trabajo de un niño que, si bien no ha conseguido realizar correctamente la actividad planteada, sí ha logrado, en cierto modo, aludir a las formas de las figuras presentadas.

Comenzó ejecutando debajo del primer cuadrado, una forma irregular, cerrada y ligeramente ovalada. A continuación, representó únicamente la cruz que había en el interior del segundo cuadrado; para ello, hizo una pequeña línea vertical de la que salen dos líneas horizontales, una a cada lado, con las que intenta imitar a la recta que debe cortarla, y con las que traza el eje horizontal. La tercera figura, el cuadrado con un aspa en su interior, es representado mediante una cruz hecha mediante el cruce de una línea horizontal y otra vertical. Para la cuarta figura, solo representa el punto que hay en su interior, y, en la última, vemos un intento de hacer el pequeño cuadrado que hay en el interior, aunque no lo consigue totalmente, creando una forma irregular que mantiene un parecido razonable con el cuadrado.

Creemos que la pequeña sí ha entendido la secuencia de los cuadrados presentados en la parte superior, aunque se ha limitado a representar los grafismos que se incluían en el interior de cada cuadrado, sin llegar a dibujarlos, excepto en el primero de los casos.

Lámina 82

Este trabajo corresponde a una niña que da una respuesta gráfica, aunque todavía se mantiene alejada de ser correcta. Creemos que ha entendido que había que representar cinco figuras con elementos en su interior, pero no ha realizado cuadrados como pedía la prueba, sino formas irregulares redondeadas, al tiempo que los elementos interiores no están ejecutados correctamente.

Comenzó con el primer cuadrado, trazando, en el sentido contrario a las agujas del reloj, una forma irregular que inició con una línea horizontal inclinada y ligeramente hacia abajo; a continuación, cambia la dirección formando un ángulo de unos 90°,

ascendiendo para, a continuación, hacer otro cambio de dirección de otros 90°; el cuarto lado no es capaz de ejecutarlo correctamente, por lo que traza una forma circular para cerrar esta forma.

Para hacer el resto de los cuadrados, dibuja formas circulares y ovoides, dentro de las que realiza los distintos trazados en su interior. En el segundo, donde debía hacer una cruz, vemos que no es capaz de desarrollarla y, en su lugar, encontramos una línea inclinada en sentido ascendente que es cortada perpendicularmente por otras dos líneas. Para el tercero, realiza una forma ovoide cortada por cuatro pequeñas rayitas en la parte superior.

El cuadrado con un punto en su interior es representado por un círculo con un punto en su interior; al tiempo que, la última figura, un cuadrado con otro más pequeño en su interior, es resuelta con dos formas circulares concéntricas.

Si analizamos el resultado de la prueba, podemos concluir que no es capaz de representar el cuadrado, pero que ha comprendido la interioridad, aunque sin conseguir plasmar correctamente los distintos elementos interiores, aspectos que durante su proceso evolutivo logrará alcanzar.

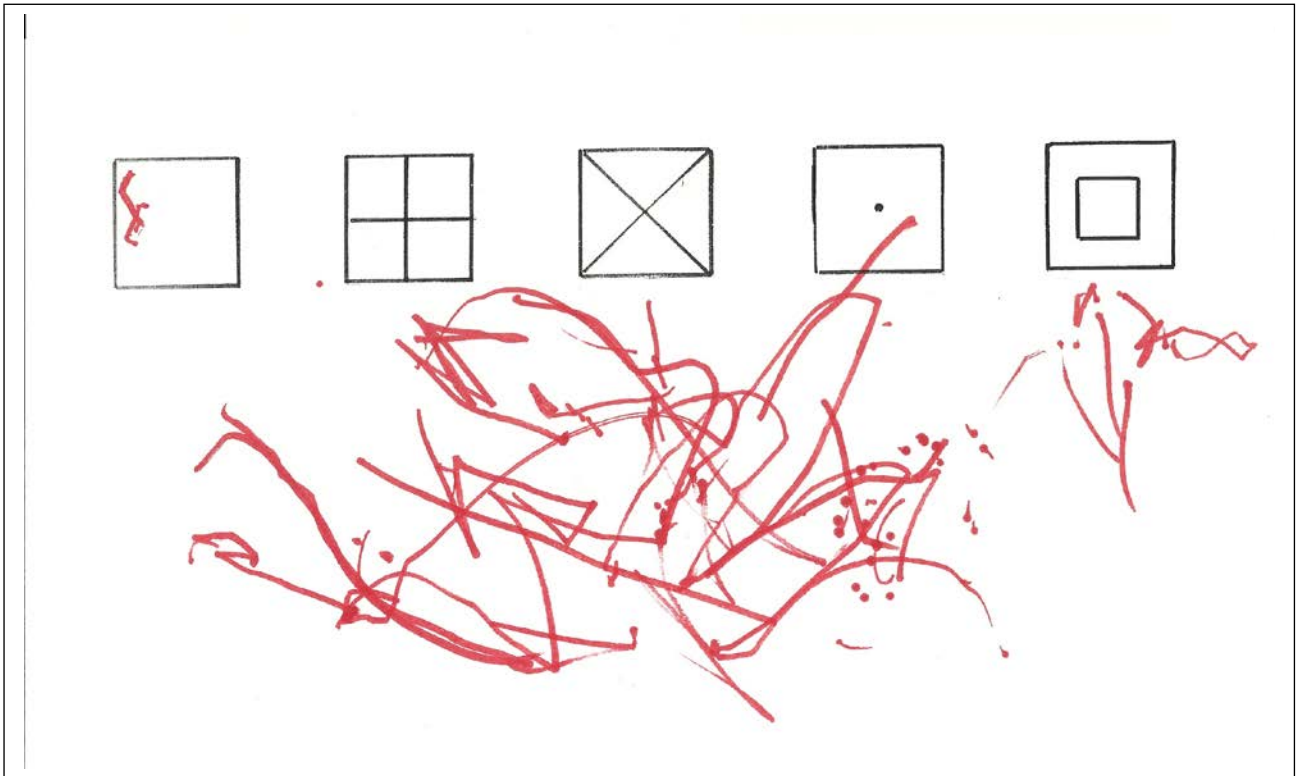


Lámina 80– Tema: CUADRADOS Y ELEMENTOS Autor/a: Niña de 3 años

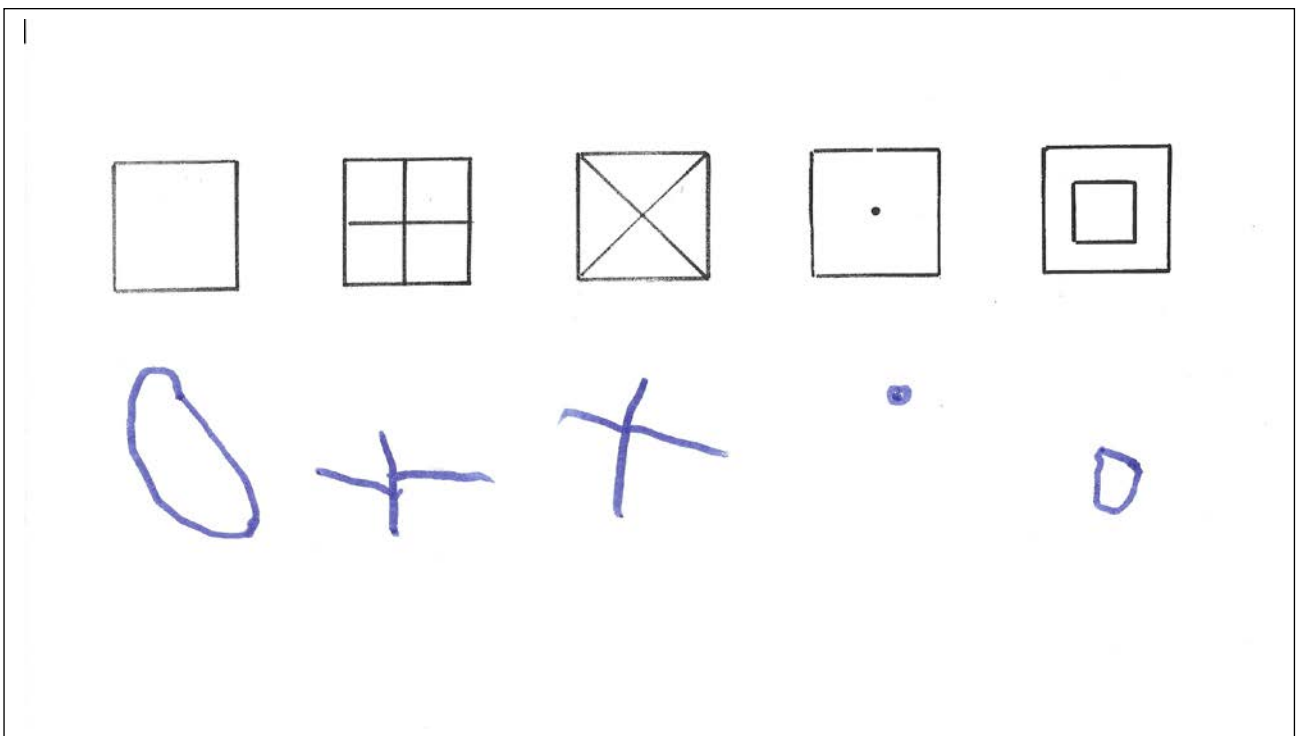


Lámina 81– Tema: CUADRADOS Y ELEMENTOS Autor/a: Niño de 3 años

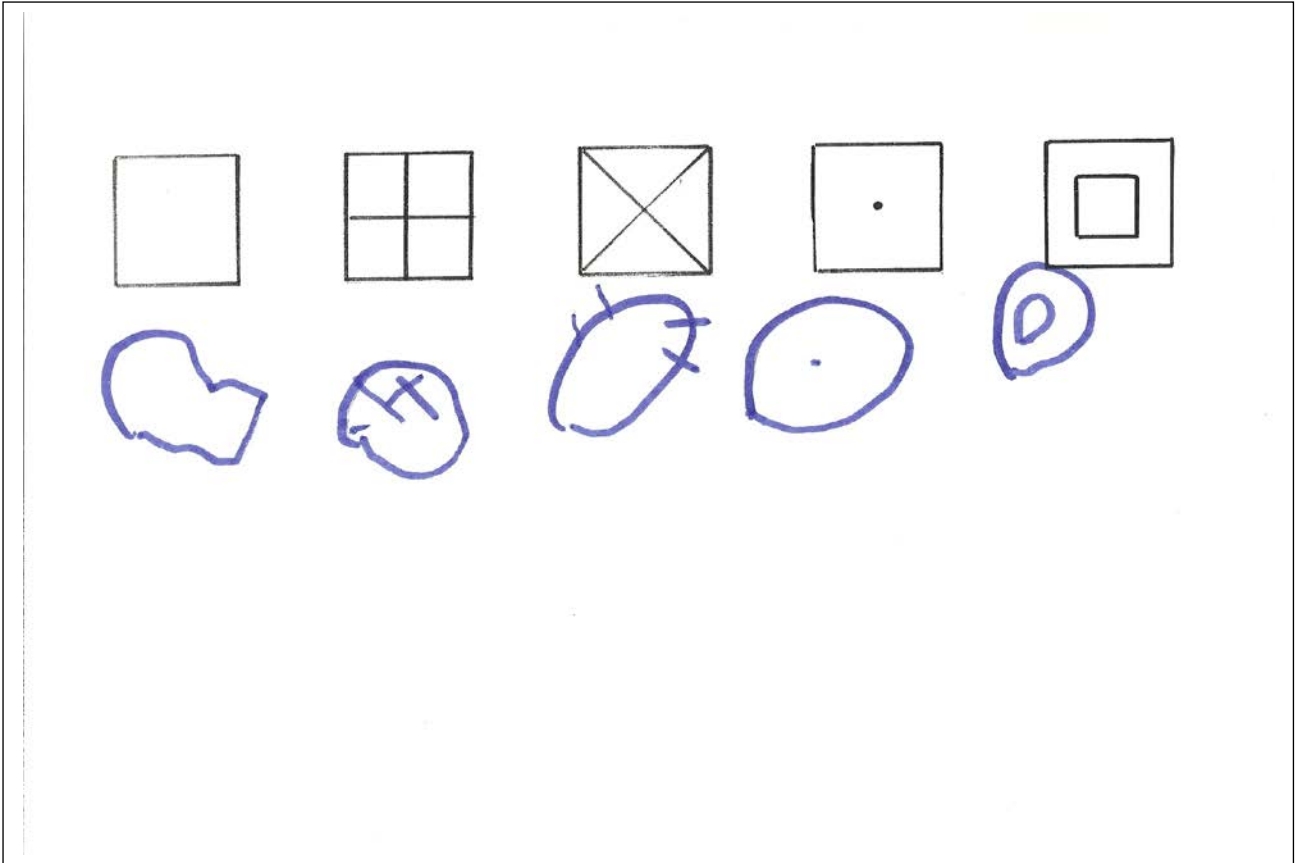


Lámina 82 – Tema: CUADRADOS Y ELEMENTOS Autor/a: Niña de 3 años

10.12. Prueba 14: Punto dentro de cuadrado-círculo

Presentación

En esta prueba, en la que pretendíamos conocer las ideas de los niños sobre el centro geométrico, les presentamos una lámina en un formato A-4, en posición horizontal, formada por tres círculos situados en la parte superior del folio, dentro de los cuales había un pequeño punto que ellos debían reproducir. En el primer círculo, el punto se encontraba en el centro; en el segundo, el punto se situaba en el centro ligeramente desplazado hacia arriba y hacia la derecha; en el tercero, el punto muy desplazado hacia arriba y hacia la derecha; finalmente, en la parte inferior de la hoja hay otros tres círculos sin nada en su interior.

Los pequeños tenían que dibujar el punto en las figuras de la parte inferior en el mismo lugar en el que se encontraba en la parte superior de la lámina.

Por otro lado, debían realizar una segunda prueba muy parecida a la anterior, aunque en ella había cuadrados en lugar de círculos.

Lámina 83

Esta primera lámina corresponde a un niño de 4 años. Teniendo el modelo en la parte superior de la lámina, intenta dibujar el punto en el mismo sitio dentro de los círculos de la parte inferior, pero podemos observar que no es capaz de hacerlo, puesto que todos los puntos los sitúa aproximadamente en el centro, e incluso ligeramente desplazados hacia abajo. Podemos concluir que este pequeño no tiene todavía la capacidad para realizar correctamente esta prueba.

Lámina 84

Esta lámina corresponde a un niño de 4 años, que muestra un nivel más avanzado que el anterior, ya que aunque no es capaz de diferenciar los dos primeros círculos, en cuyo interior sitúa el punto en el centro, si se da cuenta de que en el tercer círculo el punto está situado hacia arriba y hacia la derecha, y es capaz de colocarlo con bastante precisión.

Lámina 85

La tercera prueba corresponde a una niña de 4 años que la ha realizado con éxito, puesto que ha representado cada punto en el lugar correspondiente, es decir, en el

centro, un poco desplazado hacia arriba y hacia la derecha, y muy desplazado hacia arriba y hacia la derecha.

Lámina 86

Lámina de un niño de 4 años. En la misma, tiene que trazar el punto en el cuadrado de abajo siguiendo el modelo; pero coloca el punto en el centro del cuadrado en todos los casos, por lo que todavía no es capaz de apreciar las diferencias entre cada uno. Cuando me entrega la lámina y me explica lo que ha hecho, le hago ver que en el tercer cuadrado el punto está desplazado hacia arriba y hacia la derecha, y solo entonces es capaz de trazarlo, con mi propio lápiz de grafito.

Lámina 87

Esta segunda lámina, de una niña de 4 años, representa un cierto avance puesto que es capaz de apreciar la diferencia en el tercero de los cuadrados, situando el punto hacia arriba y por la derecha. En los otros dos cuadrados, estimo que hay alguna diferencia aunque no es capaz de representarla.

Lámina 88

Este trabajo supone un avance más, puesto que la niña de 4 años que la ha realizado ha conseguido plasmar con bastante precisión las diferencias entre el lugar en el que se han representado los puntos dentro de cada cuadrado.

Lámina 89

Lámina de una niña de 5 años. Podemos observar que al intentar dibujar el punto en el mismo lugar que el modelo, solo ha podido hacerlo en el tercer círculo, ya que en los otros dos ha representado el punto o muy arriba o muy debajo de donde debería haberlo hecho.

Lámina 90

Esta prueba ejecutada por una niña de 5 años supone un cierto avance, puesto que ha representado correctamente dos de los tres puntos, siendo el punto situado en el segundo círculo, ligeramente desplazado hacia arriba y la derecha, el que ha trazado mal, ya que lo ha dibujado en el centro.

Lámina 91

Esta lámina de un pequeño de 5 años tiene correctamente dibujados los tres puntos dentro de cada uno de los círculos siguiendo el modelo presentado, el primero en el centro, el segundo ligeramente desplazado y el tercero muy desplazado. Podemos concluir que este niño tiene capacidad para distinguir y representar estas diferencias.

Lámina 92

El dibujo pertenece a una niña de 5 años que no ha realizado satisfactoriamente la prueba, puesto que no ha sabido representar con corrección el punto dentro de los dos primeros cuadrados de acuerdo con el modelo presentado. El tercero lo desplaza hacia arriba, pero no hacia la derecha como se indicaba en la lámina.

Lámina 93

El dibujo de este niño de 5 años es más parecido al modelo puesto que representa bien el punto dentro del tercero de los cuadrados, y es capaz de representar diferencias al representar el punto dentro de los dos primeros cuadrados, aunque no con total corrección. Supone un avance con respecto a la lámina anterior.

Lámina 94

En esta lámina, la pequeña de 5 años ha realizado con bastante acierto la prueba que se le presentaba, dibujando el punto dentro de cada cuadrado de forma muy semejante al modelo: en el primer caso, desplazado hacia arriba –aunque ella lo ha situado un poco hacia la izquierda-, en el segundo en el centro, y en el tercero hacia arriba y hacia la izquierda.

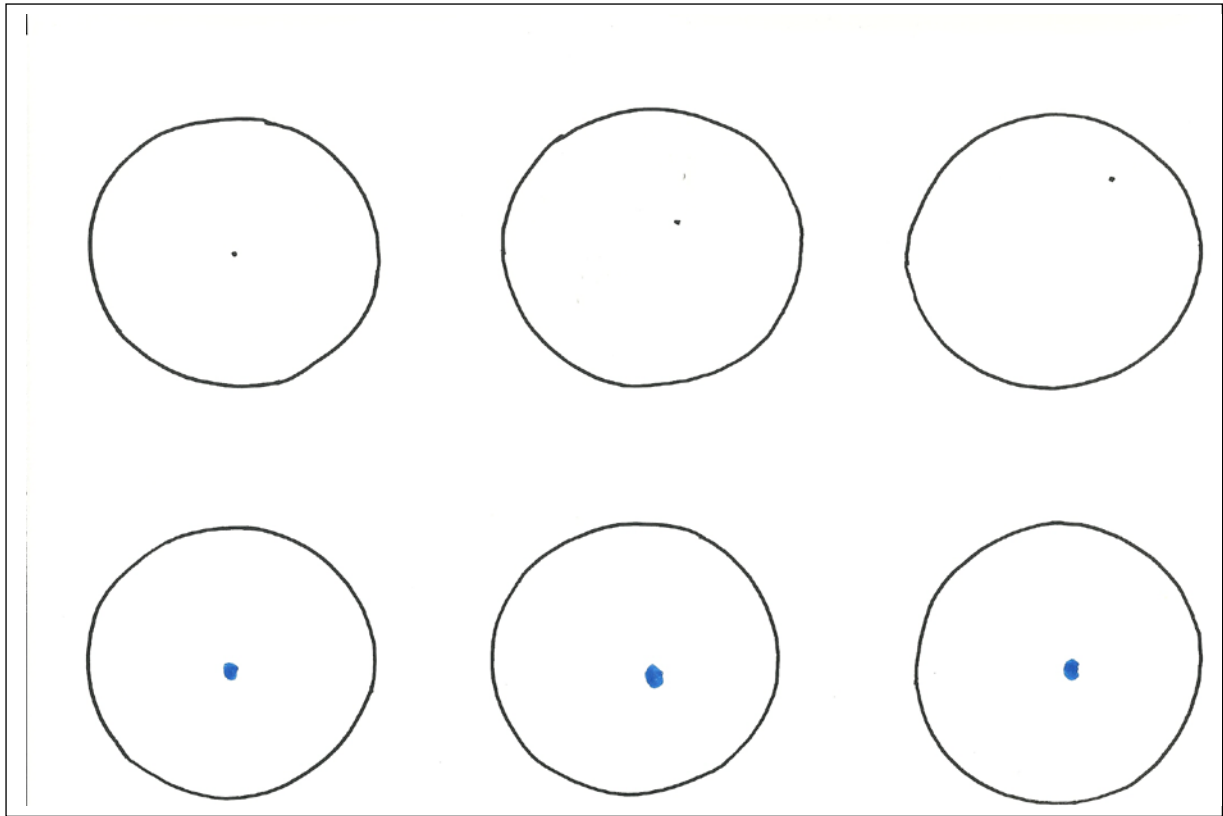


Lámina 83– Tema: PUNTO DENTRO DE CÍRCULO Autor/a: Niño de 4 años

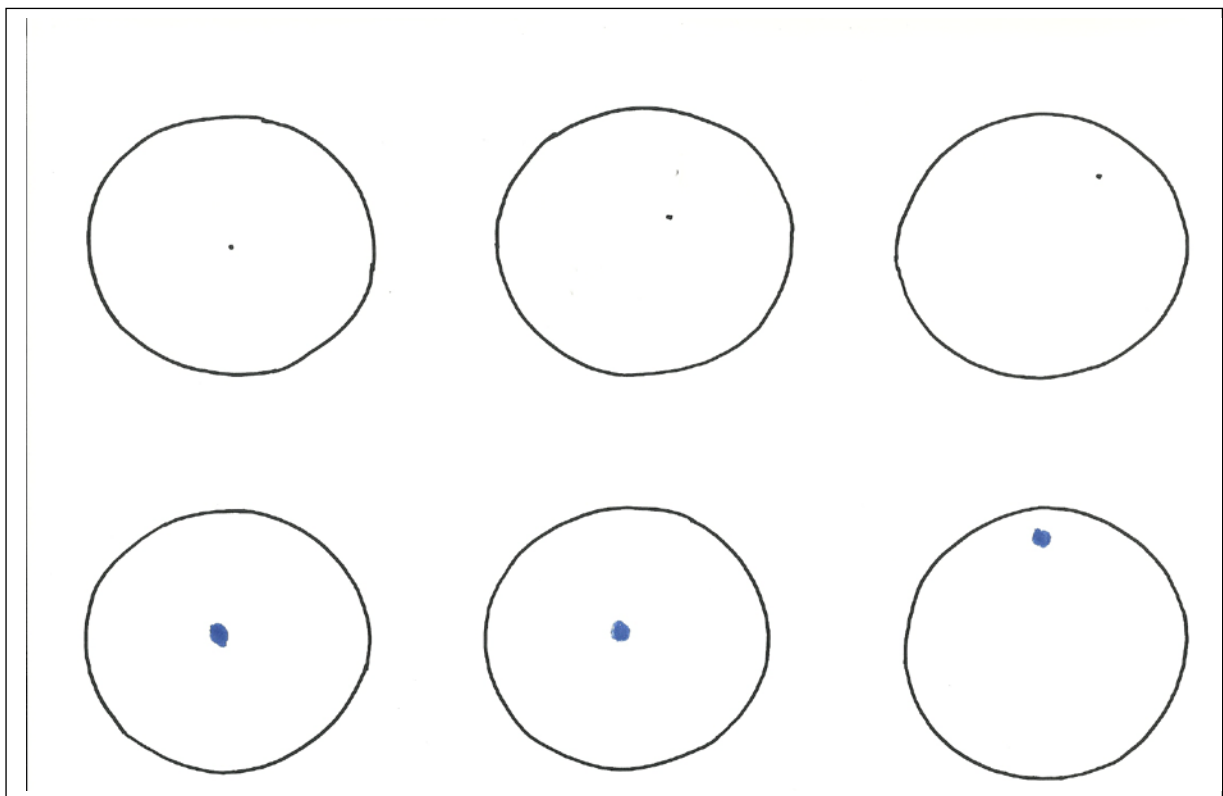


Lámina 84– Tema: PUNTO DENTRO DE CÍRCULO Autor/a: Niño de 4 años

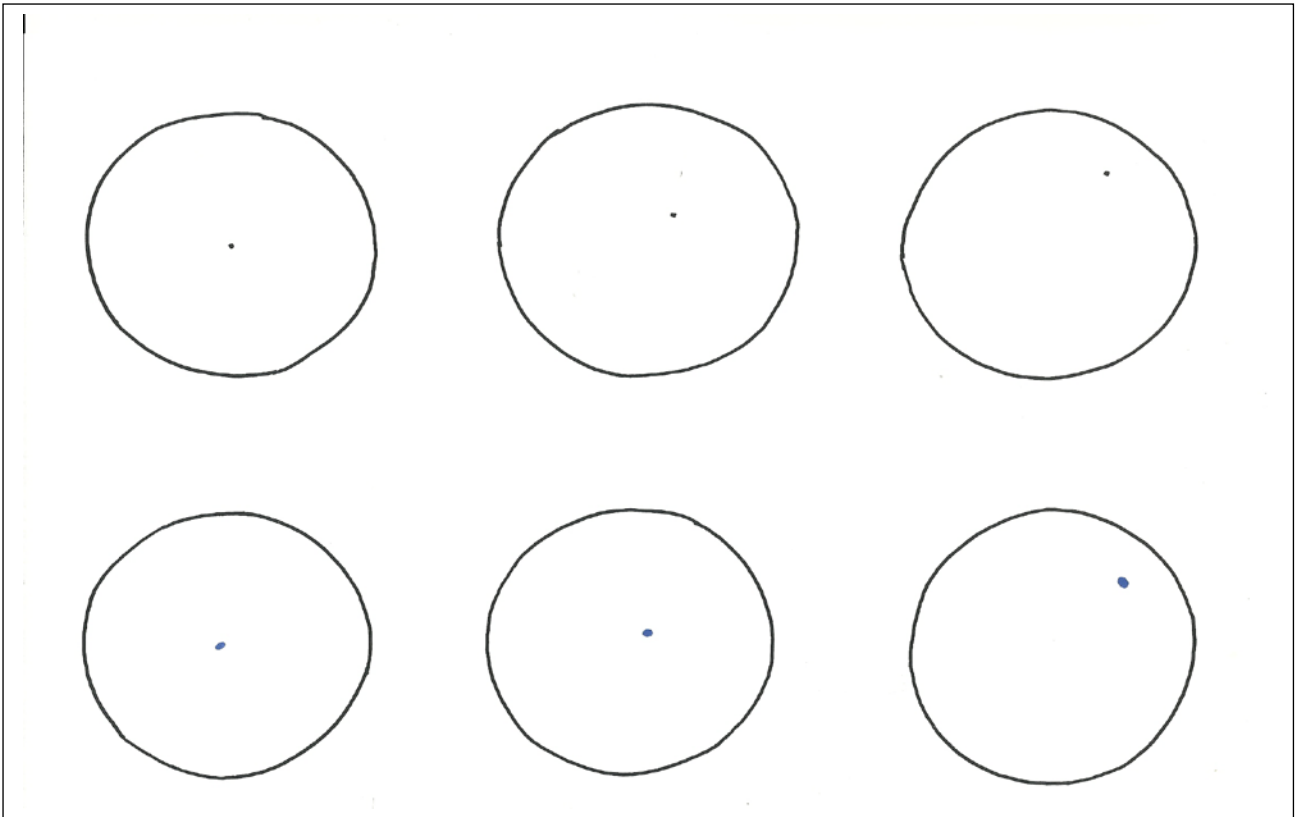


Lámina 85– Tema: PUNTO DENTRO DE CÍRCULO Autor/a: Niña de 4 años

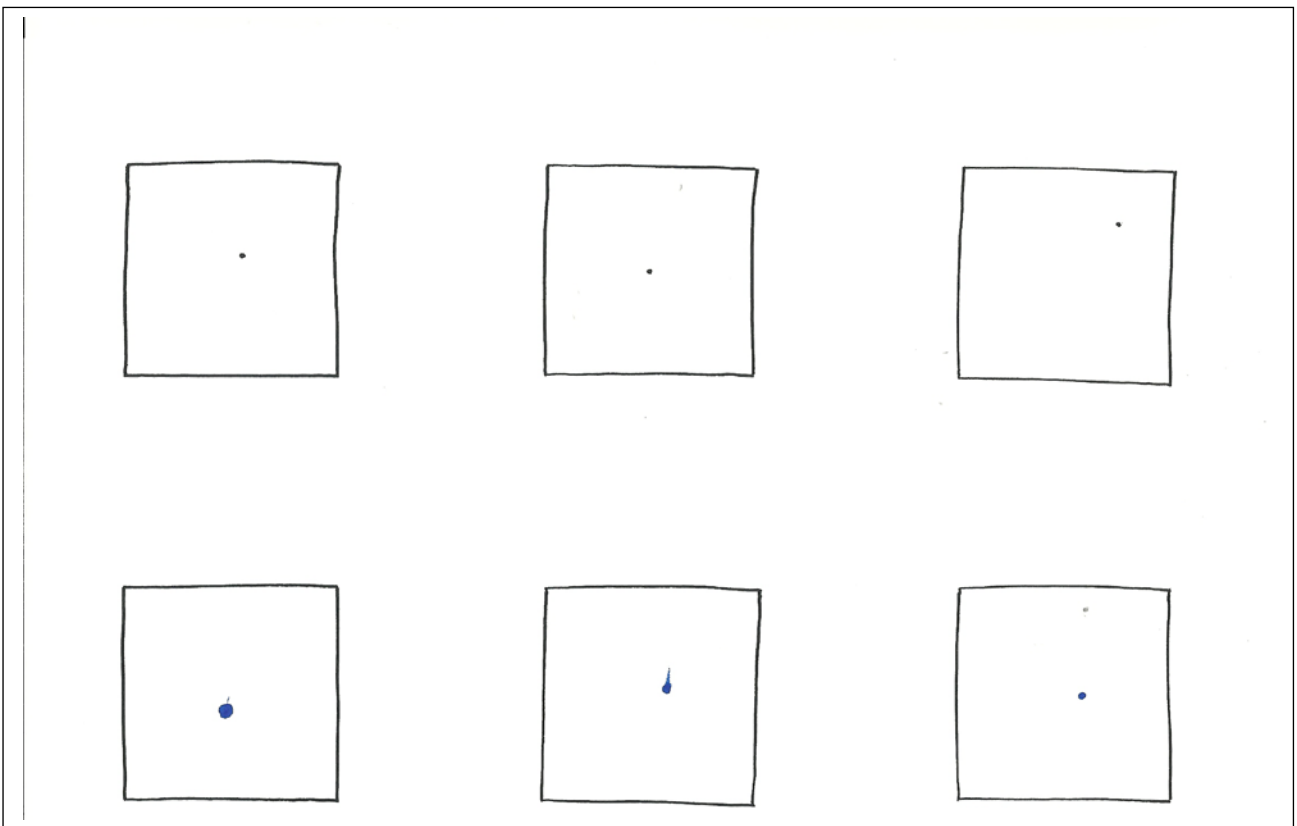


Lámina 86– Tema: PUNTO EN CUADRADO Autor/a: Niño de 4 años

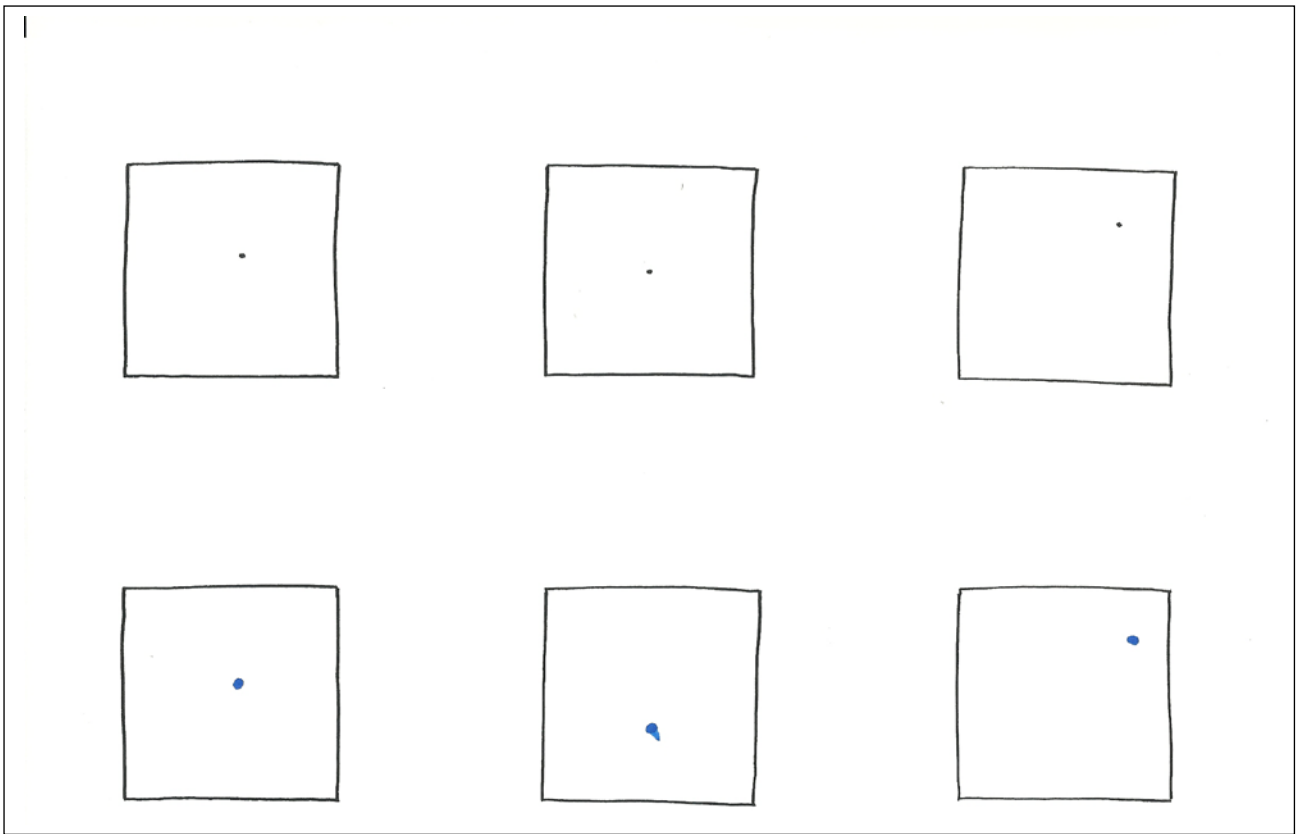


Lámina 87– Tema: PUNTO EN CUADRADO Autor/a: Niña de 4 años

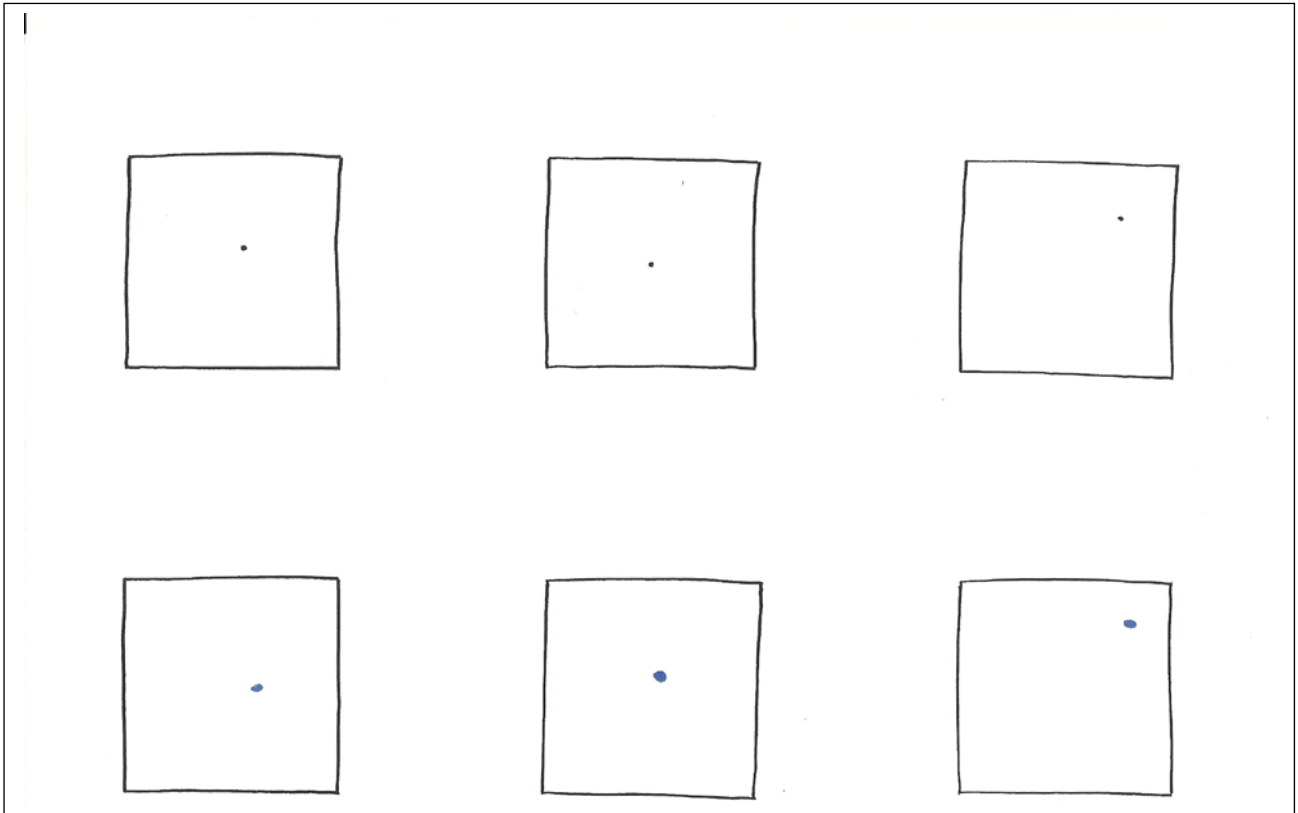


Lámina 88– Tema: PUNTO EN CUADRADO Autor/a: Niña de 4 años

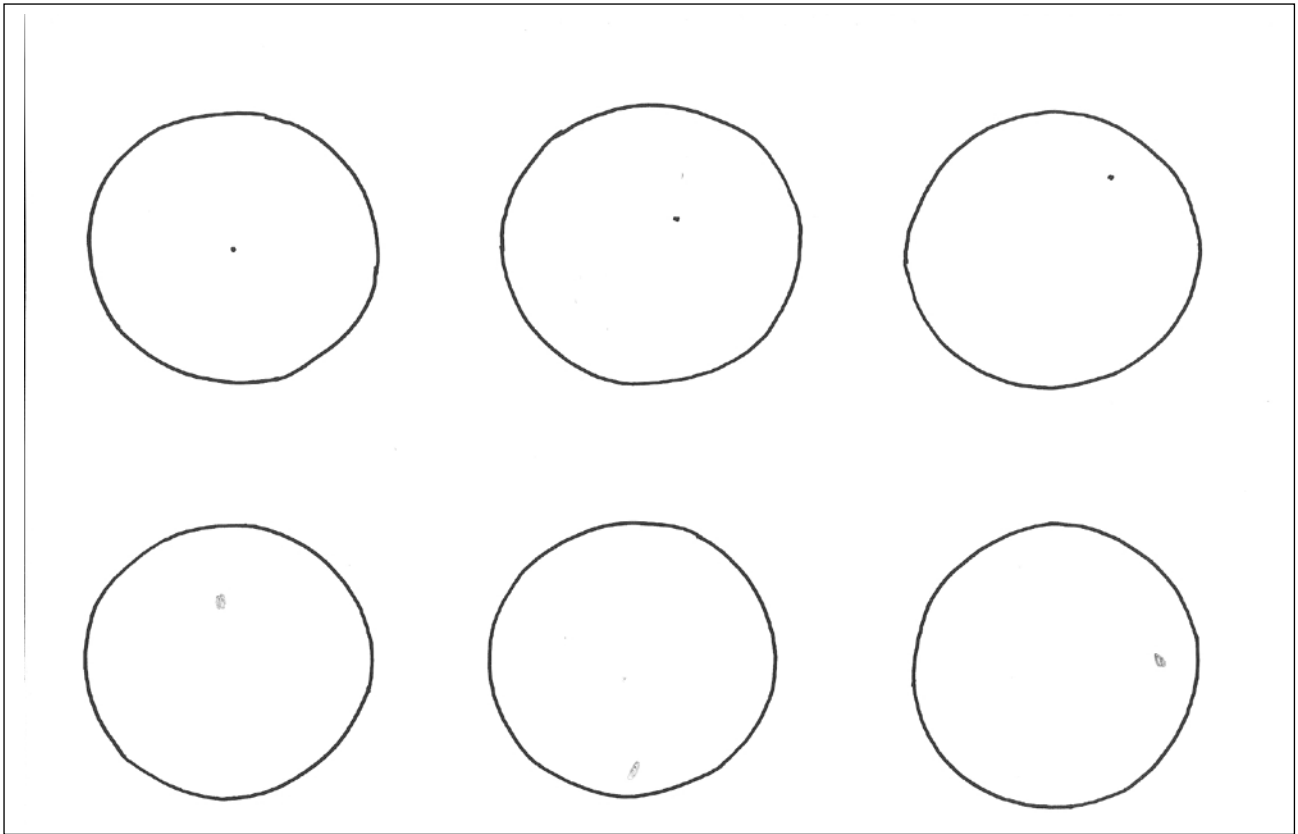


Lámina 89– Tema: PUNTO DENTRO DE CÍRCULO Autor/a: Niña de 5 años

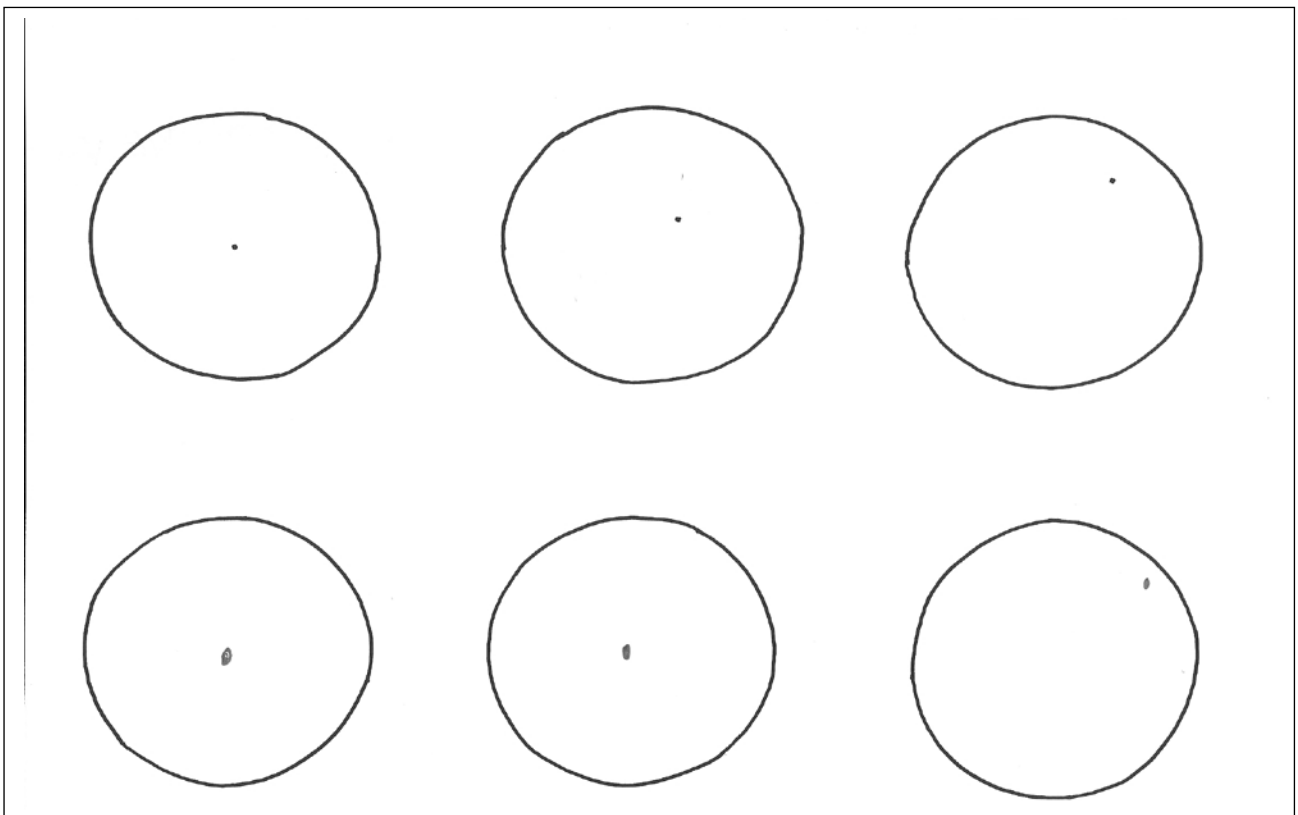


Lámina 90– Tema: PUNTO DENTRO DE CÍRCULO Autor/a: Niña de 5 años

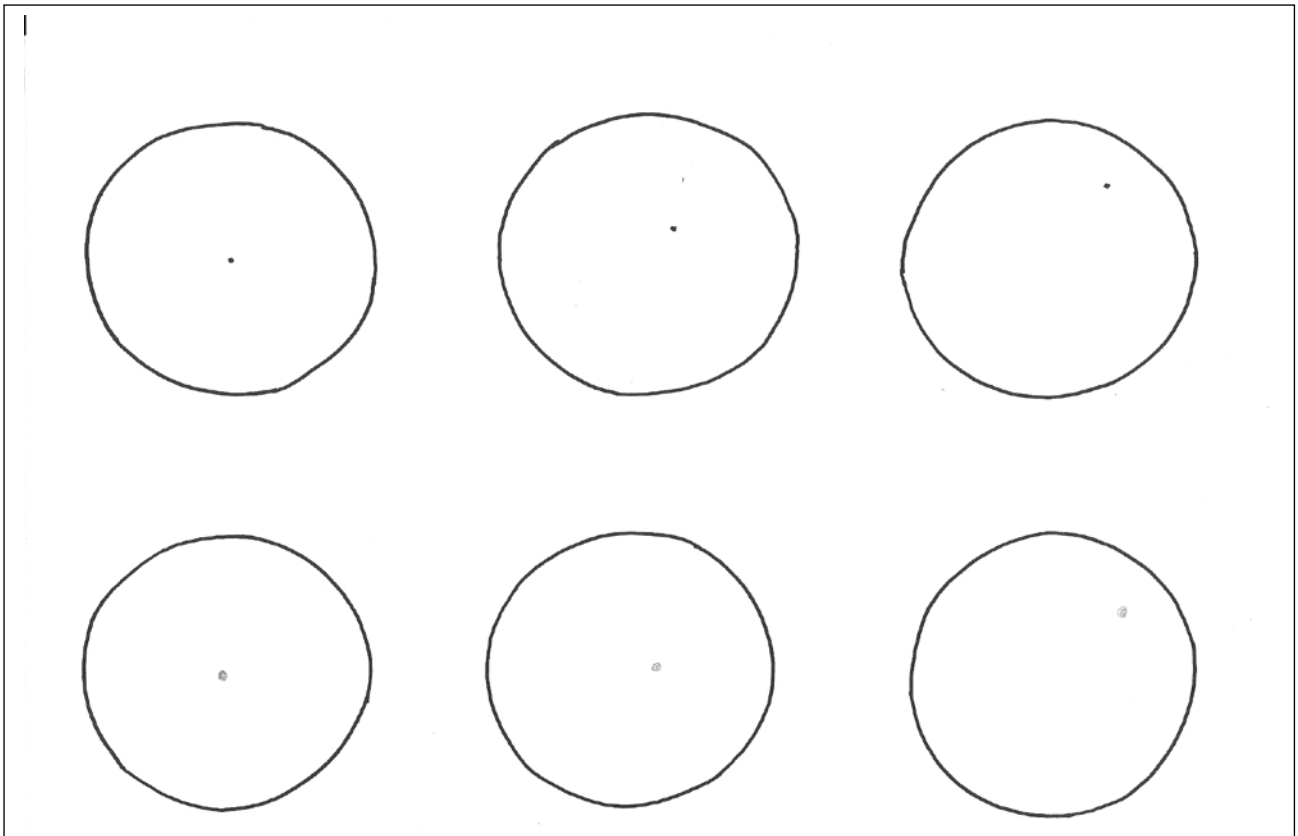


Lámina 91– Tema: PUNTO DENTRO DE CÍRCULO Autor/a: Niño de 5 años

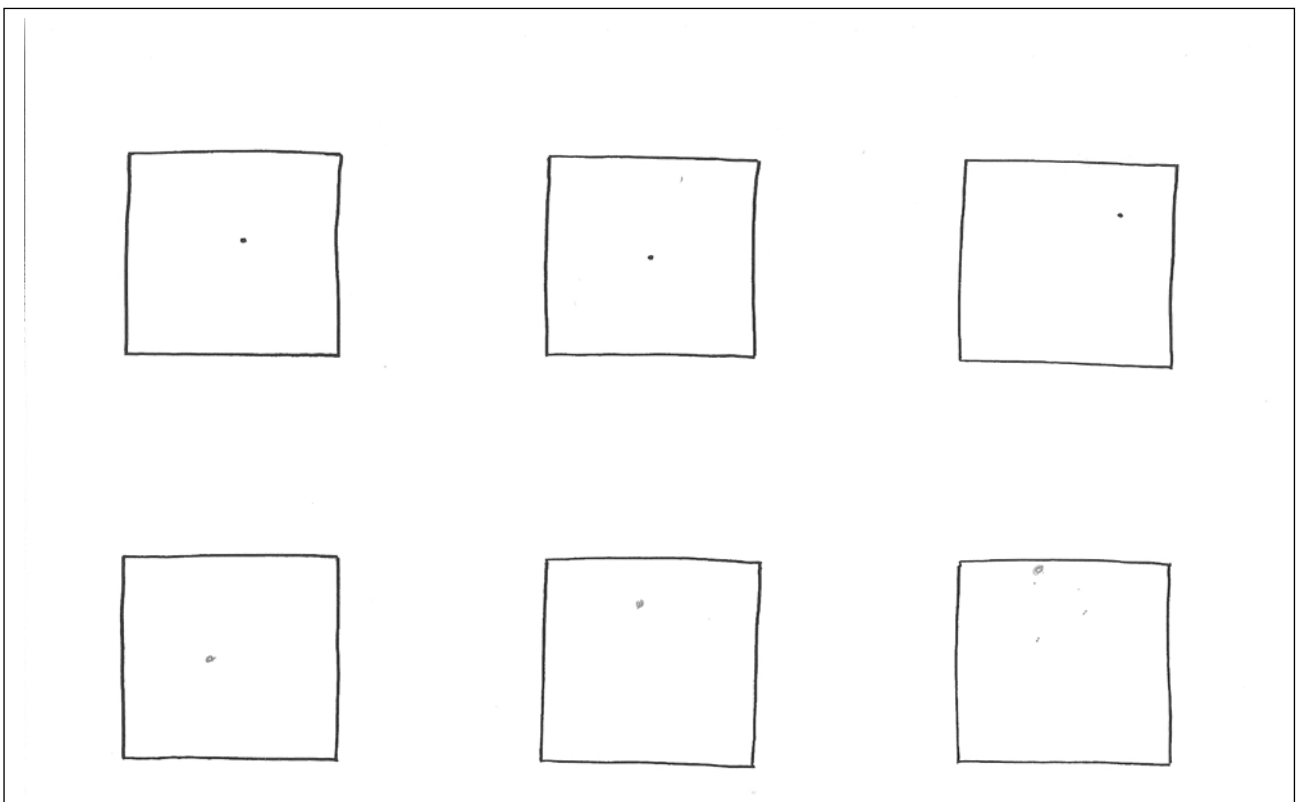


Lámina 92– Tema: PUNTO EN CUADRADO Autor/a: Niña de 5 años

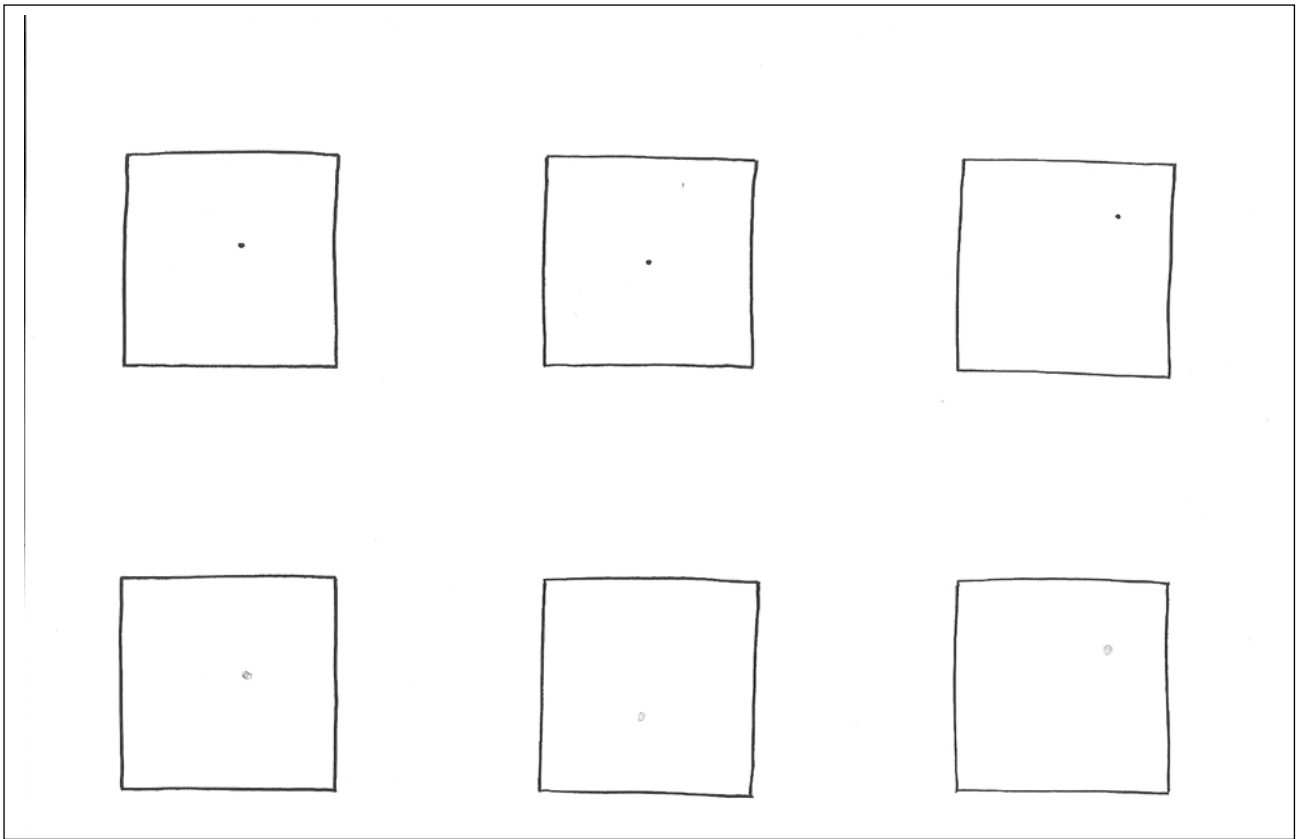


Lámina 93– Tema: PUNTO EN CUADRADO Autor/a: Niño de 5 años

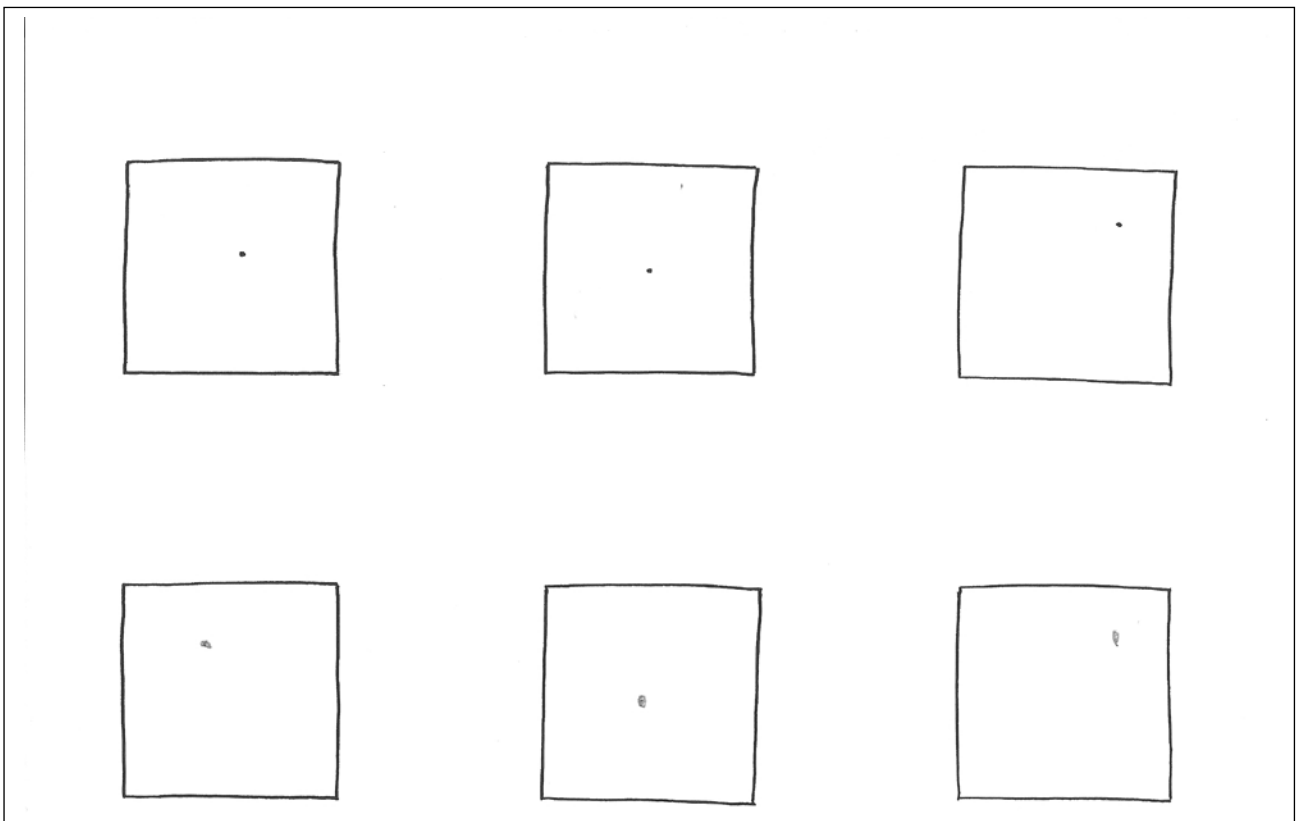


Lámina 94– Tema: PUNTO EN CUADRADO Autor/a: Niña de 5 años

10.13. Prueba 15: Forma especular

Presentación

Como hemos señalado, la simetría aparece muy pronto en el trabajo de los pequeños, que aunque no tienen un conocimiento claro de su significado, la aplican en el trazado del cuerpo, especialmente, en aquellas partes que se componen de dos elementos: ojos, brazos, piernas, etc. La simetría corporal, que está muy fuertemente asimilada por los niños, es la que les impulsa a trazar las figuras humanas de frente para que se puedan observar sus partes simétricas.

Para analizar sus ideas acerca de la simetría, les planteamos a los alumnos de Educación Infantil de 4 y 5 años dos pruebas. En la primera de ellas, habíamos dibujado en la parte superior de una lámina dos espirales, cada una en un sentido, y, en la parte inferior, dos círculos, cada uno con una línea vertical tangente hacia abajo a la izquierda o a la derecha; en el lado derecho de cada dibujo, a un centímetro aproximadamente, hay colocada una línea vertical que sirve como eje para que representen su simétrico.

La segunda prueba tiene también cuatro figuras: medio círculo, un triángulo, una línea en zig-zag y otro triángulo con una orientación diferente. También se añade una línea vertical a un centímetro de cada figura que actúa como eje de simetría. En ambas, debían dibujar la figura que fuese simétrica a la muestra.

Lámina 95

Lámina que corresponde a una niña de 4 años. Una vez que se explicó la prueba en la clase y se repartieron las pruebas, eligió un lápiz de color rojo con el que intentó realizar el primero de los dibujos: una espiral que fuese simétrica a la presentada, cuyo sentido era el de las agujas del reloj.

Para ello, dibujó en primer lugar un pequeño bucle en el sentido contrario a las agujas del reloj. Como no quedó satisfecha, debajo de él trazó un círculo, y más abajo, en la zona que correspondía a otro de los elementos que debía representar, dos espirales, la primera de ellas con mayor corrección, puesto que las distintas vueltas de la espiral no se cruzan entre ellas como ocurre con la segunda. Las trazó de dentro hacia afuera y en sentido correcto, puesto que es el contrario al modelo.

En relación con el segundo de los elementos, una espiral con sentido contrario a las agujas del reloj, lo realizó con mayor corrección, comenzando de dentro hacia afuera en

el sentido correcto. Dibujó una espiral de menor tamaño, y, a su izquierda, una línea recta vertical en color azul que recuerda al eje de simetría.

El tercero de los elementos, un círculo con una línea vertical a su izquierda (lo que le da la apariencia del número 9), no lo puede representar puesto que el espacio reservado para ello está ocupado por las espirales que realizó en primer lugar, motivo por el que decide ejecutarlo junto al cuarto de los elementos, un círculo con una línea recta vertical a su derecha, con el aspecto parecido al de la letra “b” minúscula.

La pequeña se da cuenta de que ambos tienen similitudes, puesto que son círculos con una línea recta vertical, pero también se da cuenta de las diferencias entre ellos, y para expresar estas diferencias decide utilizar el color; de este modo, realiza un círculo de color rojo con una línea recta vertical a su izquierda de color azul, y debajo de ellos vuelve a repetir los mismos elementos pero intercambiando los colores, representando el círculo azul y la línea recta roja.

Lámina 96

Lámina de una niña de 4 años. Supone un avance con respecto a la anterior, aunque aún no ha conseguido realizar correctamente los grafismos propuestos.

Para representar las dos espirales que aparecen en la parte superior, realiza dos espirales con bastante corrección y con un tamaño parecido a la muestra, pero el sentido de giro es erróneo, puesto que mantiene el mismo que se le ha propuesto. En las dos figuras de la parte inferior, los círculos con las líneas rectas verticales una a cada lado, la pequeña las ha realizado de una manera que tampoco es totalmente correcta. Para el primero de ellos, traza un círculo en la parte superior de tamaño parecido a la muestra; a continuación, dibuja una línea recta casi vertical en la parte central ligeramente desplazada hacia la derecha, el lado contrario a donde lo debía hacer. El último de los elementos que tenía que ejecutar mantiene la misma incorrección, puesto que, aunque hace un círculo en la parte inferior con un tamaño parecido a la muestra, de su lado izquierdo traza una línea recta vertical, cuando tenía que trazarlo en el lado derecho.

Lámina 97

El último de los trabajos de 4 años analizado corresponde a un niño. En su trabajo, podemos observar que plasma los cuatro elementos planteados en la prueba con bastante corrección.

De este modo, dibuja las dos espirales de la parte superior con el sentido de giro correcto para que sean simétricas a la muestra que se le presenta, y, en relación a las dos

figuras de la parte inferior de la lámina, realiza el círculo y sitúa la línea recta vertical en el lado correcto aunque un poco hacia el centro en ambos casos.

Lámina 98

Esta lámina pertenece a un niño de 5 años. Comenzó trazando las dos espirales de la parte superior. Para ello, desde fuera hacia adentro, fue ejecutando las distintas vueltas de ambas espirales, obteniendo figuras de gran tamaño pero con un sentido de giro equivocado, puesto que repitió el sentido de las figuras presentadas y no hizo su simétrico.

En lo que respecta a las figuras de la parte inferior, conviene indicar que fueron también ejecutadas de forma incorrecta, puesto que el lugar en el que sitúa la línea recta en ambos casos es el mismo que la muestra y no su simétrico.

Lámina 99

Lámina que corresponde a un niño de 5 años. La misma supone un avance con respecto a la anterior, ya que aunque no ha conseguido ejecutar correctamente los elementos de la parte superior, sí lo ha logrado en la parte inferior.

Podemos observar que las espirales las ha trazado con el mismo sentido que el modelo propuesto, es decir, la primera en el sentido de las agujas del reloj y la segunda en el contrario. En cuanto a los elementos de la parte inferior, ha sido capaz de representar correctamente cada una de las líneas verticales en el lugar adecuado para que las figuras resultantes sean simétricas al modelo planteado.

Lámina 100

En esta lámina, un niño de 5 años ha conseguido expresar correctamente el ejercicio planteado, puesto que ha sido capaz de representar la simetría en los cuatro elementos presentados.

De este modo, dibuja las espirales con corrección, con un tamaño semejante al original y el sentido de giro adecuado para que sean simétricas al modelo. Los dos elementos de la parte inferior también son trazados adecuadamente, dibujando un círculo de tamaño parecido al modelo, e incluyendo la línea recta vertical en el lado preciso para mantener la simetría que buscábamos.

Lámina 101

Una niña de 4 años es la autora de esta lámina. En ella, aparecían cuatro figuras, medio círculo, un triángulo rectángulo apoyado en uno de sus catetos, una línea en zig-zag parecida a la letra Z y otro triángulo con una orientación diferente para que la pequeña trazase su simétrico.

Con una cierta inseguridad, comenzó dibujando pequeñas formas con un lápiz de color rojo. Estas formas recordaban a los modelos propuestos, pero eran de menor tamaño y estaban dispuestas por la lámina sin tener en cuenta el lugar adecuado para ello. Así, en el lugar en el que tenía que representar el simétrico del medio círculo, realizó medio círculo con el mismo sentido que el original, un triángulo y una forma en zig-zag parecida a la letra N.

En el lugar correspondiente al triángulo rectángulo, dibujó de nuevo medio círculo y una forma en zig-zag parecida a la Z. En la zona correspondiente a la línea en zig-zag no dibujó nada, y, en el lugar correspondiente al último de los elementos propuestos, el otro triángulo, realizó dos pequeños triángulos, con orientaciones diversas. Encima de este modelo trazó una forma irregular de cuatro lados.

Lámina 102

Esta lámina supone un pequeño avance con respecto a la anterior, ya que está realizada por un niño de 4 años que no consigue ejecutar ninguno de los simétricos de los modelos presentados, sino que se limita a repetir cada uno de ellos con la misma orientación que presentan en la muestra. Realiza los dibujos con bastante precisión desarrollando un buen trabajo de copia, aunque con un tamaño algo menor.

Lámina 103

De todas las láminas elaboradas por los niños y niñas de 4 años, esta es la que mejor consigue realizar la actividad propuesta, aun cuando vemos que no es capaz de resolverla satisfactoriamente en su totalidad.

Comienza dibujando el semicírculo, representándolo simétricamente al original, y con un tamaño parecido. Los restantes elementos no los plasma de forma correcta, puesto que se limita a dibujarlos igual que el modelo, sin tener en cuenta que debe reflejar la simetría.

Lámina 104

Trabajo de una niña de 5 años. Podemos apreciar claramente que la respuesta que da al realizar esta lámina no es correcta, puesto que se limita a repetir, como ya lo han

hecho otros niños de 4 años, los elementos propuestos sin tener en cuenta que debe representar sus simétricos.

Lámina 105

Esta lámina supone un claro avance con respecto a la anterior, ya que, en ella, un niño de 5 años ha conseguido dibujar los simétricos de tres de los cuatro elementos presentados.

Comienza trazando con bastante corrección el simétrico del medio círculo. A continuación, se enfrenta con el único que no ha conseguido ejecutar correctamente, el triángulo rectángulo. Para ello, comenzó dibujando un triángulo de gran altura con el que no quedó muy satisfecho, por lo que decidió borrarlo e intentarlo de nuevo; hizo un nuevo triángulo algo más pequeño, con el que tampoco quedó muy conforme, por lo que volvió a eliminarlo e intentarlo una tercera y última vez.

Las dos figuras de la parte inferior, la línea en zig-zag con aspecto de Z y el otro triángulo, fueron trazados correctamente por este alumno.

Lámina 106

La última de las láminas analizadas en esta prueba fue realizada por una niña de 5 años, que consiguió responder correctamente a la actividad que se le planteaba.

Con bastante precisión, y sin dudar a la hora de realizar los trazados, fue dibujando el semicírculo, el primero de los triángulos, la línea en zig-zag y el último triángulo, todos de forma simétrica a los elementos presentados en la lámina de pruebas, por lo que podemos deducir que esta niña tiene asimilado correctamente el concepto de simetría.

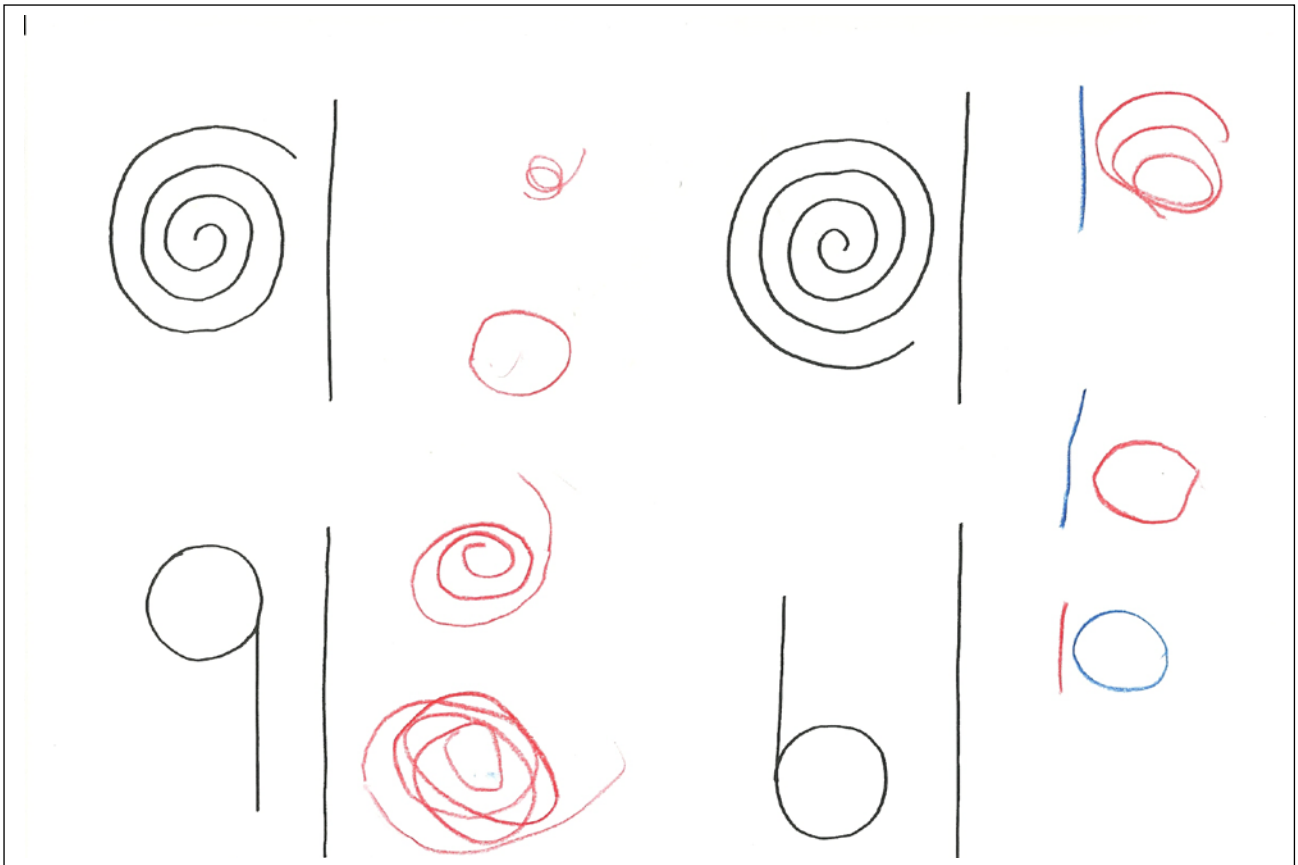


Lámina 95– Tema: FORMA ESPECULAR Autor/a: Niña de 4 años



Lámina 96– Tema: FORMA ESPECULAR Autor/a: Niña de 4 años

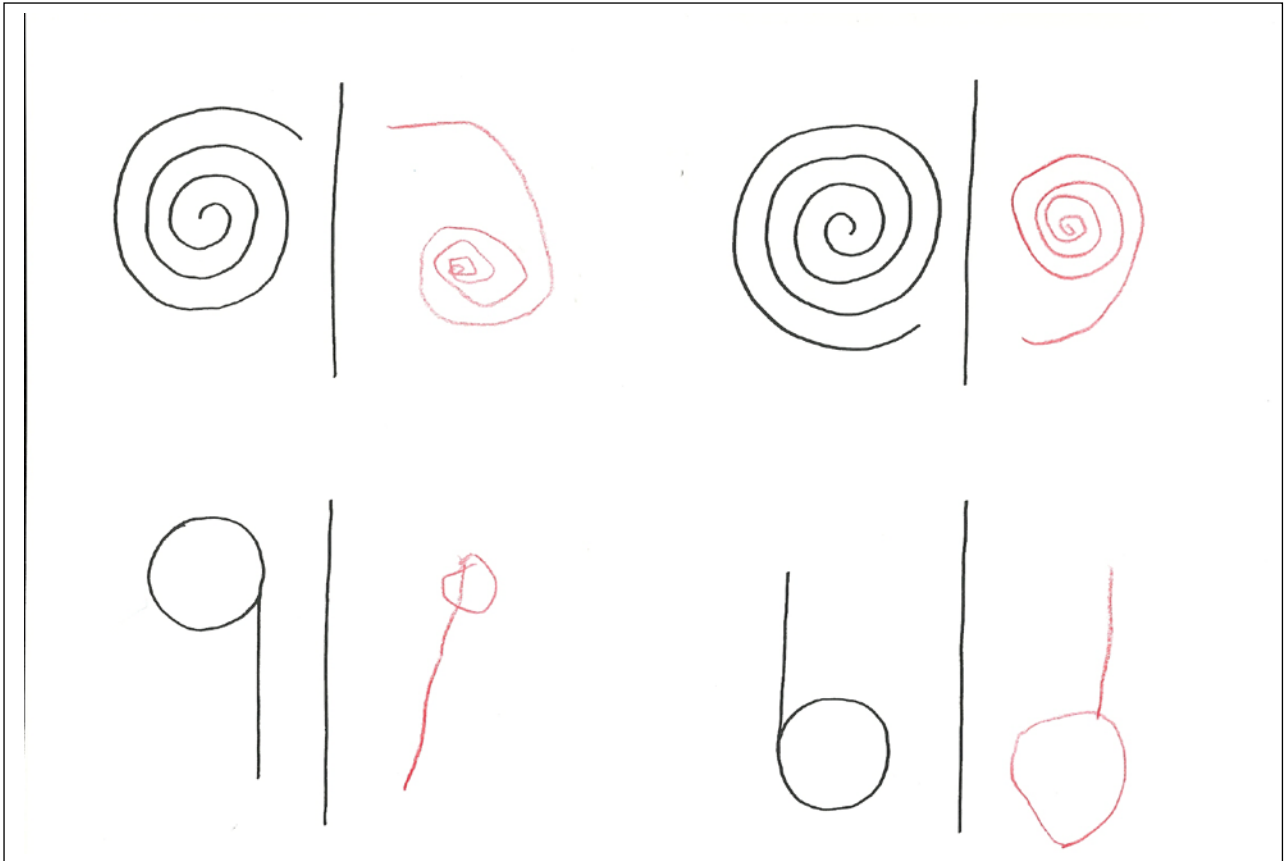


Lámina 97– Tema: FORMA ESPECULAR Autor/a: Niño de 4 años

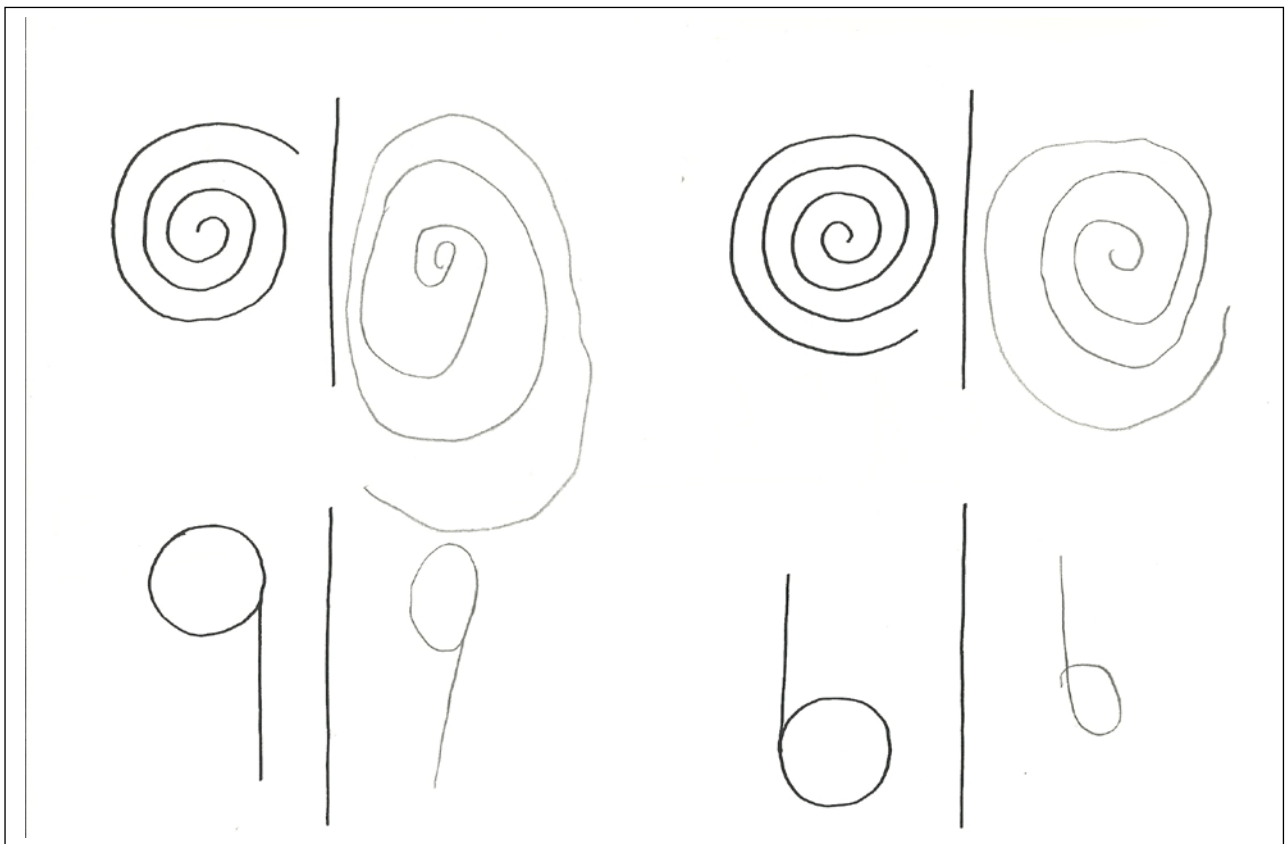


Lámina 98– Tema: FORMA ESPECULAR Autor/a: Niño de 5 años

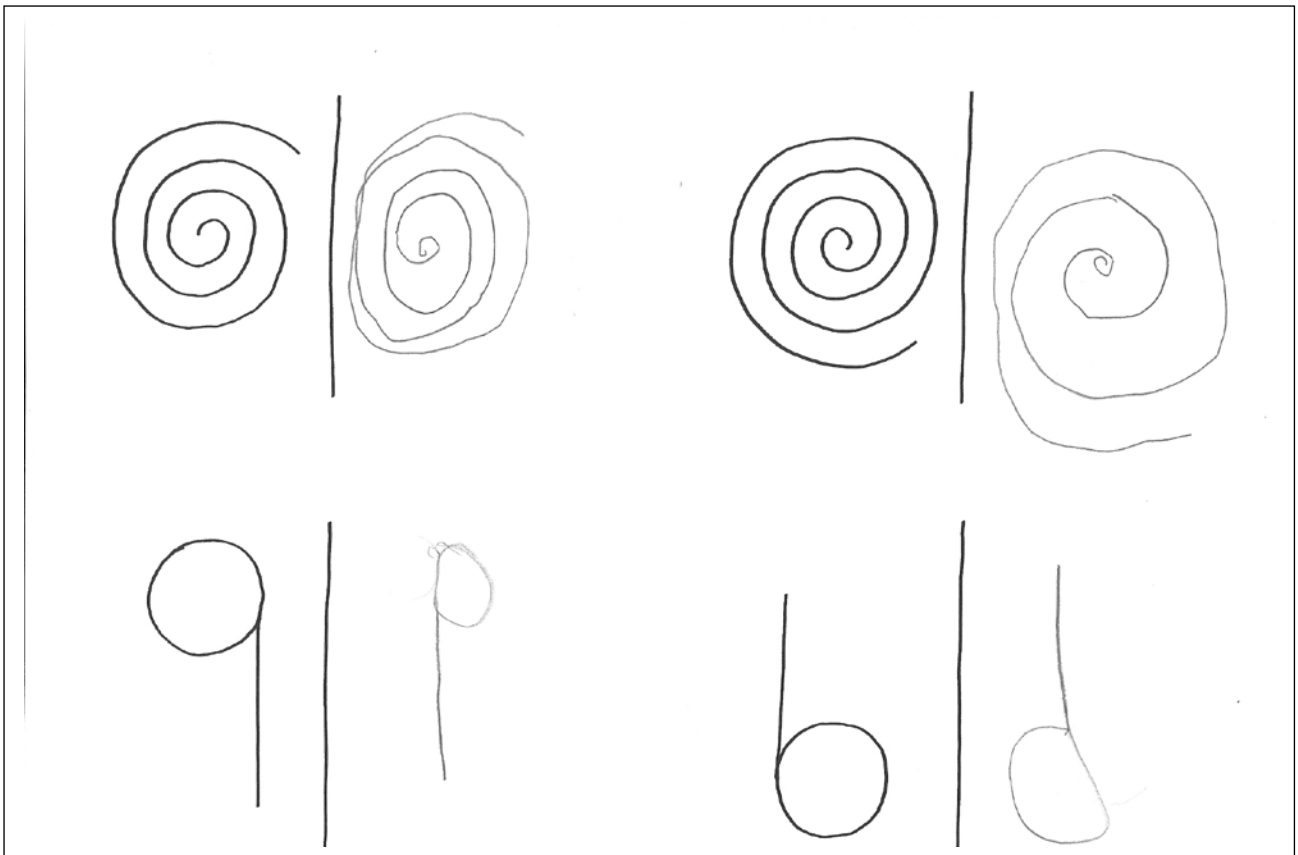


Lámina 99– Tema: FORMA ESPECULAR Autor/a: Niño de 5 años

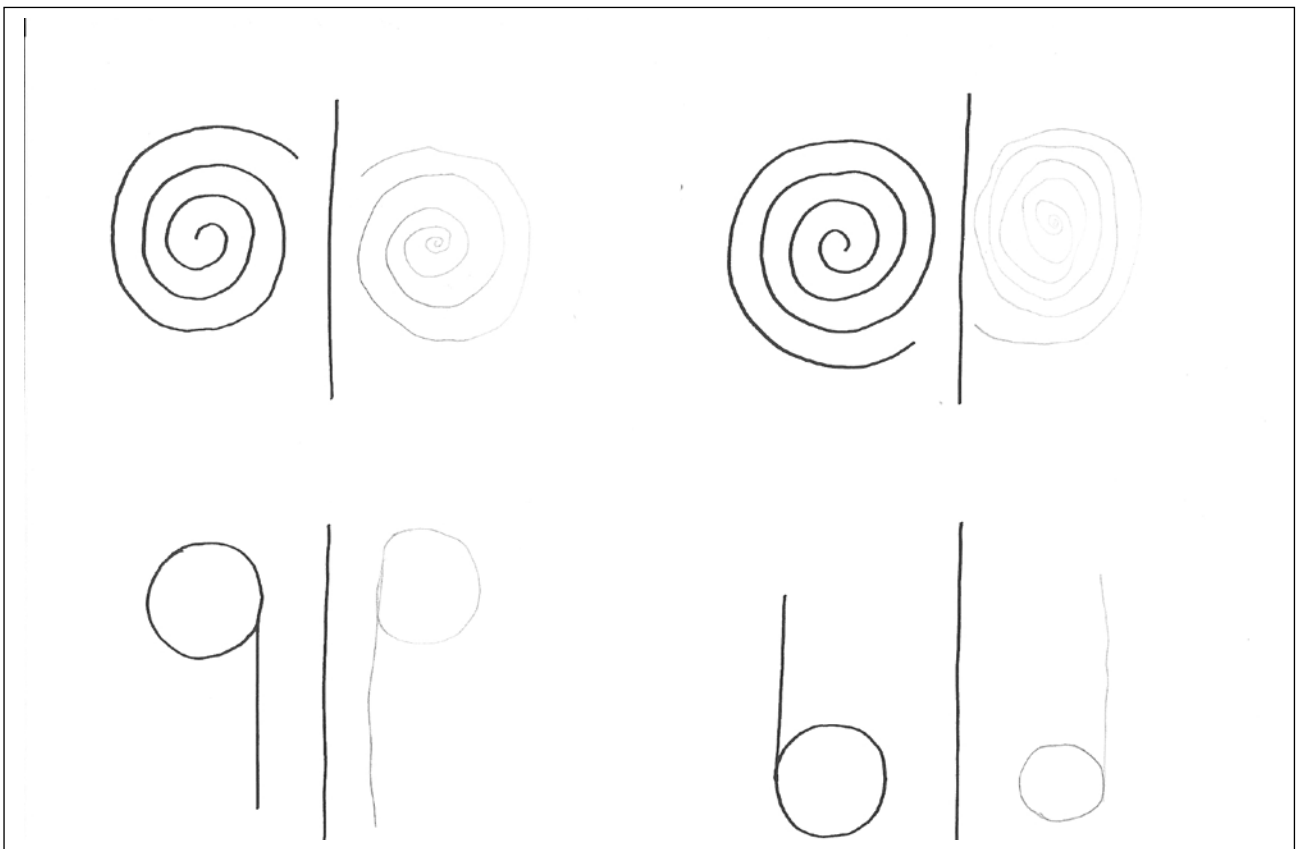


Lámina 100– Tema: FORMA ESPECULAR Autor/a: Niño de 5 años

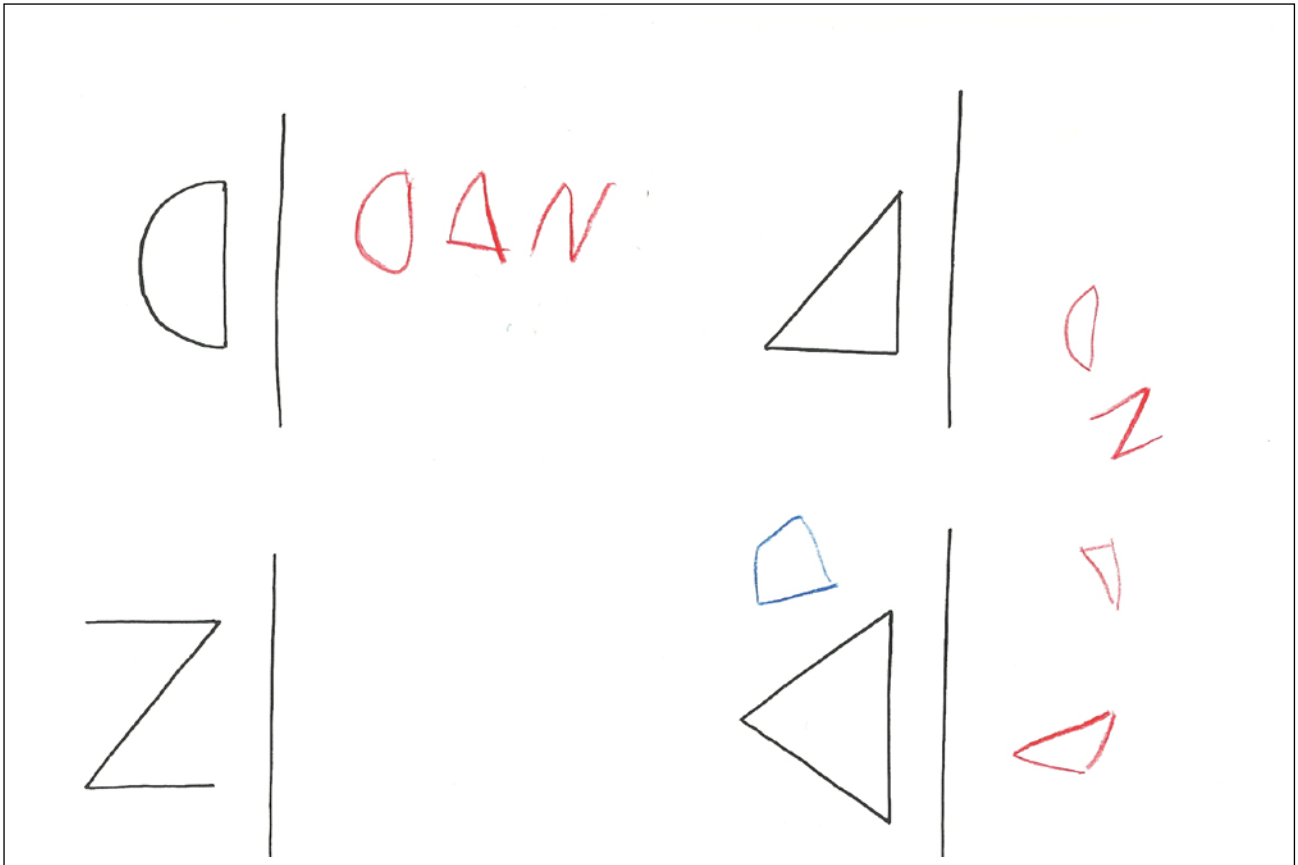


Lámina 101– Tema: FORMA ESPECULAR Autor/a: Niña de 4 años

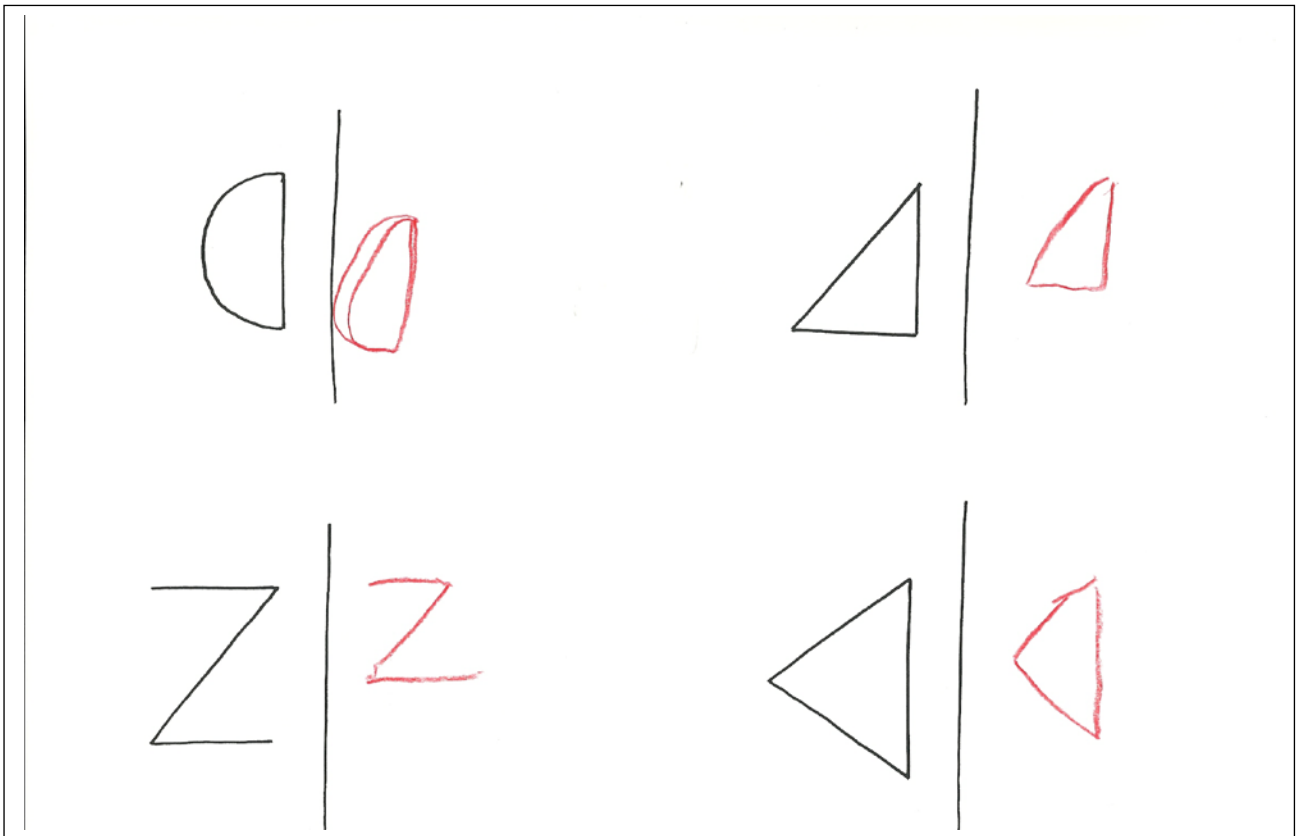


Lámina 102– Tema: FORMA ESPECULAR Autor/a: Niño de 4 años

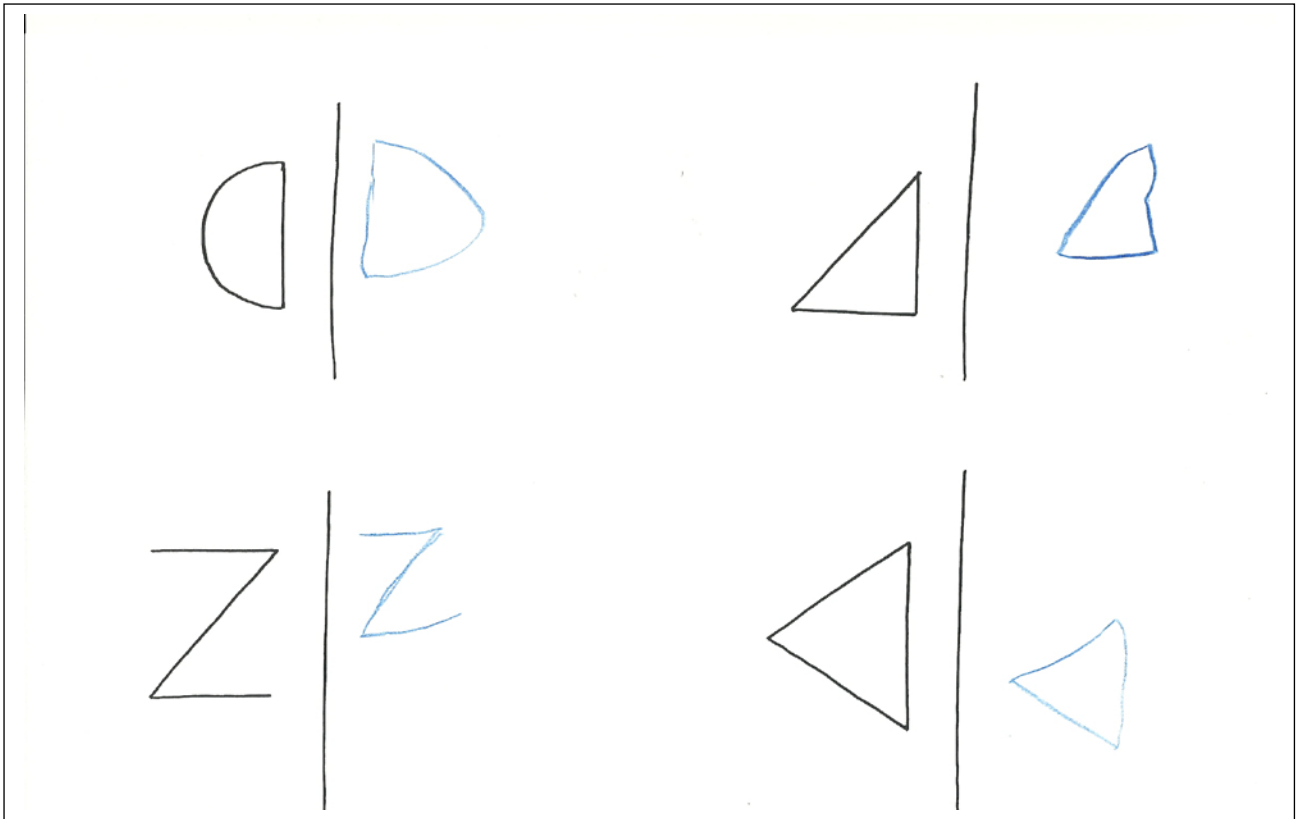


Lámina 103– Tema: FORMA ESPECULAR Autor/a: Niña de 4 años

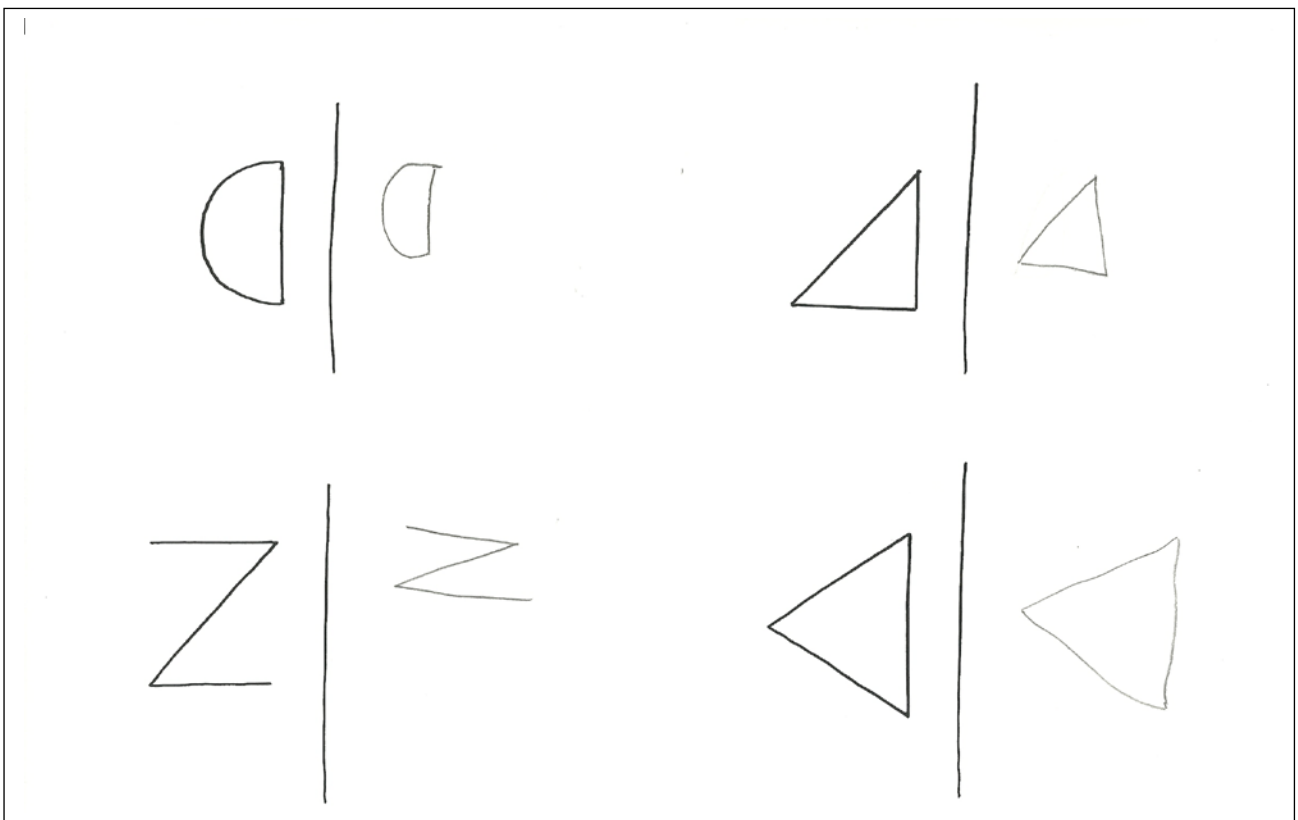


Lámina 104– Tema: FORMA ESPECULAR Autor/a: Niña de 5 años

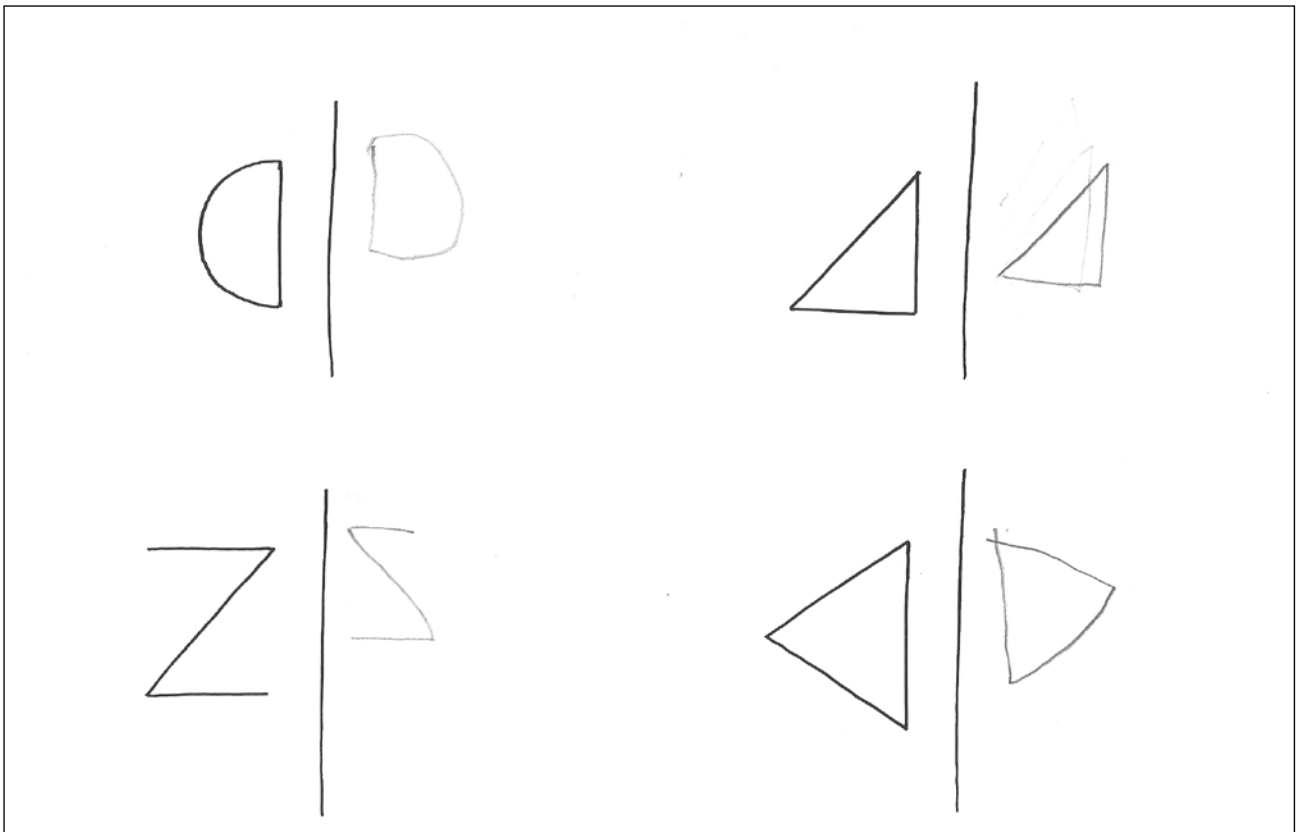


Lámina 105– Tema: FORMA ESPECULAR Autor/a: Niño de 5 años

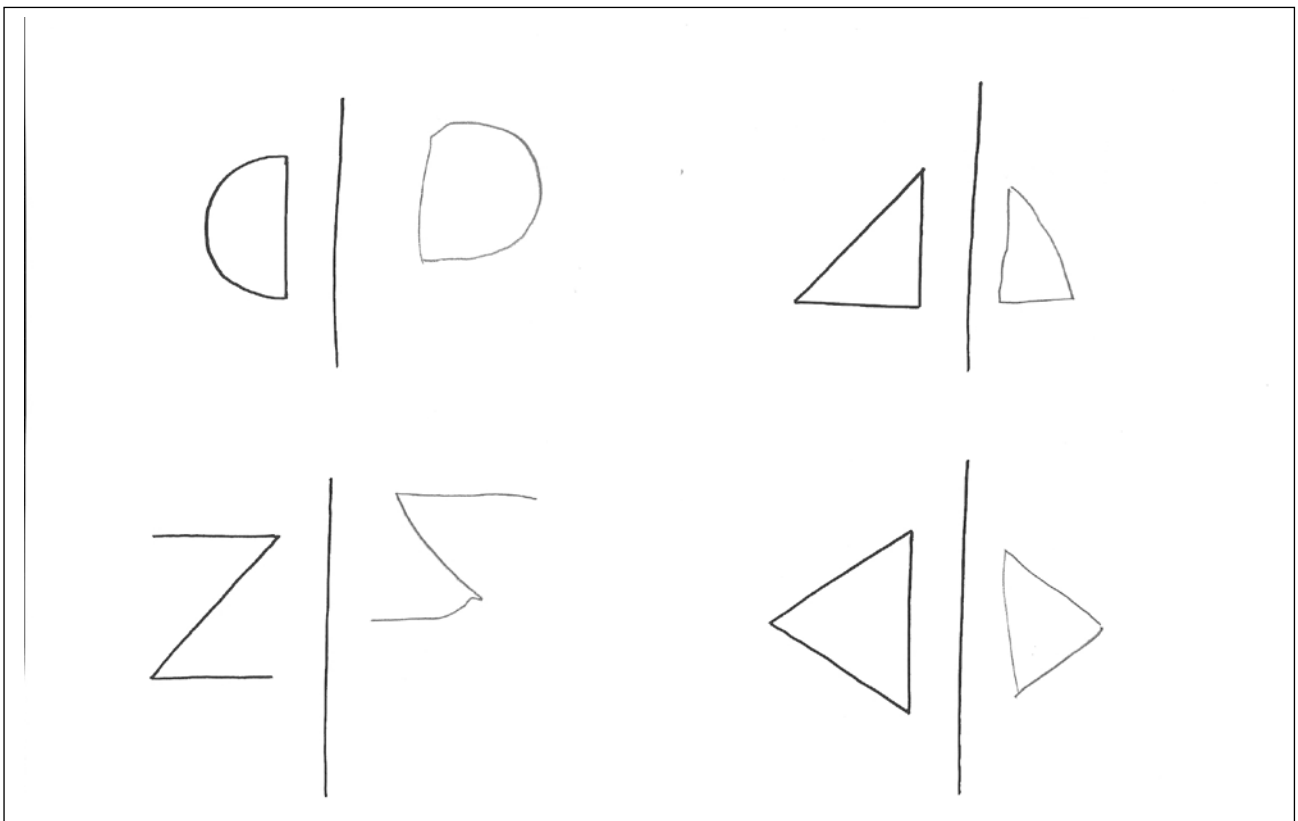


Lámina 106– Tema: FORMA ESPECULAR Autor/a: Niña de 5 años

10.14. Prueba 16: Chimenea y humo

Presentación

Para esta prueba, les mostramos a los pequeños el modelo en el que queríamos analizar cómo utilizan la orientación izquierda-derecha, aspecto que, según Lurçat (1982), no distinguen hasta los 4 o 5 años, edad en la que llegan a comprender este concepto, siendo solo a partir de los ocho o nueve años cuando reconocen con precisión cuál es la parte derecha o izquierda de su cuerpo. También queríamos conocer con esta prueba sus ideas acerca de la perpendicularidad, ya que, en palabras de Matthews (2002, p. 48), “otro caso de ortogonalidad parcial que podemos constatar con mucha frecuencia en las representaciones infantiles de este periodo, entre los 4 y 6 años, se puede observar que las chimeneas de la casa están dibujadas perpendicularmente respecto a las líneas que definen el tejado”.

Para ello, repartimos en las edades de 4 y 5 años, una lámina en la que aparece el contorno de una casa de manera muy simple, mediante una línea recta, que representa la línea de tierra, sobre la que se apoya un cuadrado, y, encima de este, un triángulo que hace de tejado. Los alumnos tenían que dibujar sobre el tejado una chimenea de la que salía humo, bien en el lado derecho o en el izquierdo, para de esta forma conocer y analizar dónde situaban las chimeneas. También queríamos conocer cómo situaban la chimenea, si perpendicularmente al tejado o a la línea de base.

Lámina 107

Lámina correspondiente a una niña de 4 años. En primer lugar, observamos que sitúa la chimenea en el lado derecho del tejado, como hacen la mayoría de los niños diestros. En cuanto a su orientación, aparece perpendicular a la línea del tejado como le ocurre a un gran número de alumnos de estas edades.

La forma de realizarla es muy sencilla: un rectángulo que es cortado por una línea recta en uno de sus extremos, del que sale humo que ha representado mediante una línea quebrada en forma de dientes de sierra.

Lámina 108

Este niño de 4 años da una respuesta gráfica diferente a la anterior. Sitúa la chimenea en el vértice del tejado de forma perpendicular a la línea de tierra, y para ello, prolonga la base de la chimenea hacia la izquierda, en un intento de buscar una superficie en la que poder colocarla. La chimenea es ejecutada mediante un rectángulo apoyado en uno

de los lados de menor tamaño, siendo este prolongado hacia la izquierda. De la misma sale humo, trazado mediante una línea en zig-zag.

Lámina 109

Trabajo de un niño de 5 años. Dibujó la chimenea mediante un rectángulo alargado apoyado en uno de sus lados de menor tamaño, por lo que supone un avance con respecto a las dos láminas anteriores porque hace un intento, y lo consigue en parte, de representarla perpendicularmente a la línea de tierra. Desde la chimenea sale humo dibujado mediante dos líneas de epicicloides situadas una sobre la otra.

Lámina 110

En el dibujo de una niña de 5 años podemos observar que ha conseguido representar la chimenea perpendicularmente a la línea de base. Lo ha logrado realizando un rectángulo sobre el que ha trazado un pequeño cuadrado del que sale el humo, mediante un epicicloide que también ha ejecutado perpendicularmente al suelo.

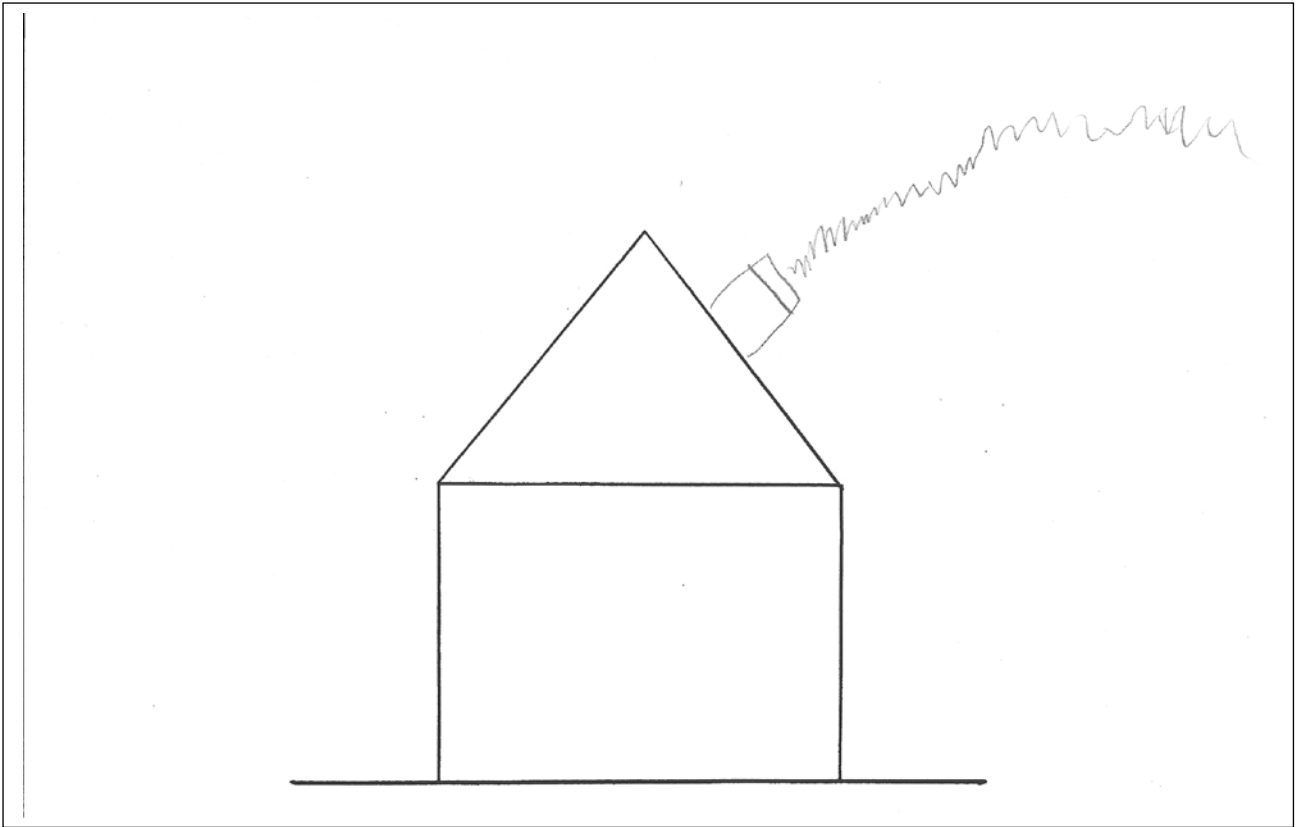


Lámina 107– Tema: CHIMENEA Y HUMO Autor/a: Niña de 4 años

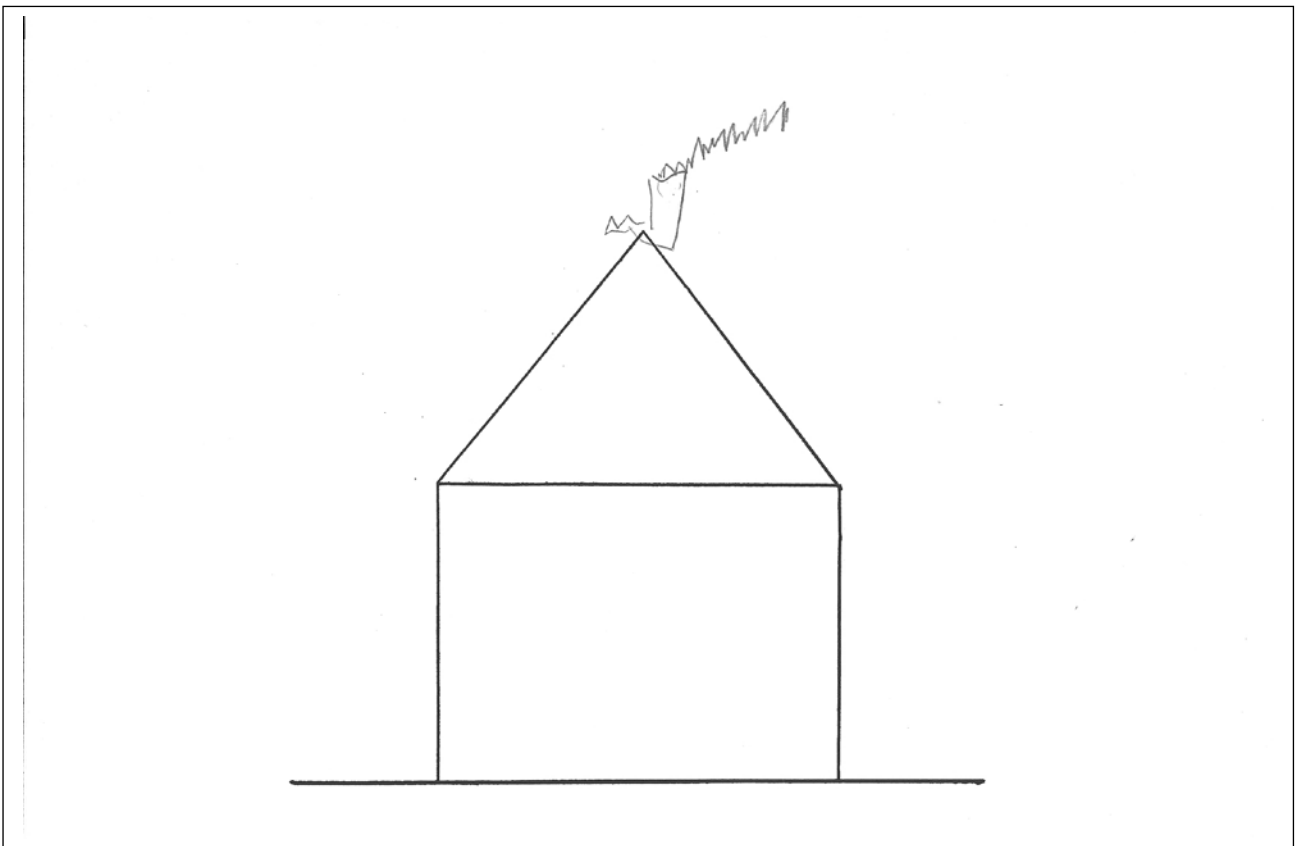


Lámina 108– Tema: CHIMENEA Y HUMO Autor/a: Niña de 4 años

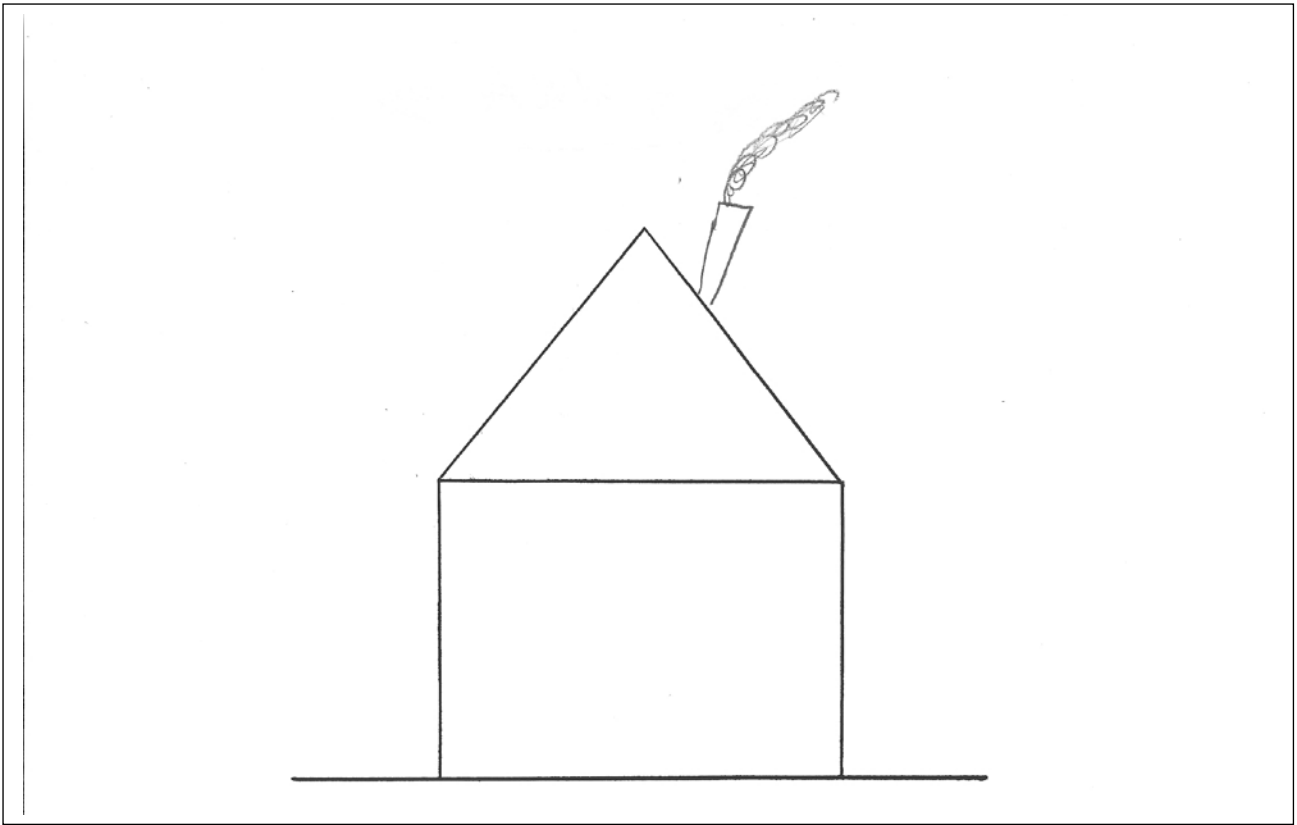


Lámina 109– Tema: CHIMENEA Y HUMO Autor/a: Niña de 5 años

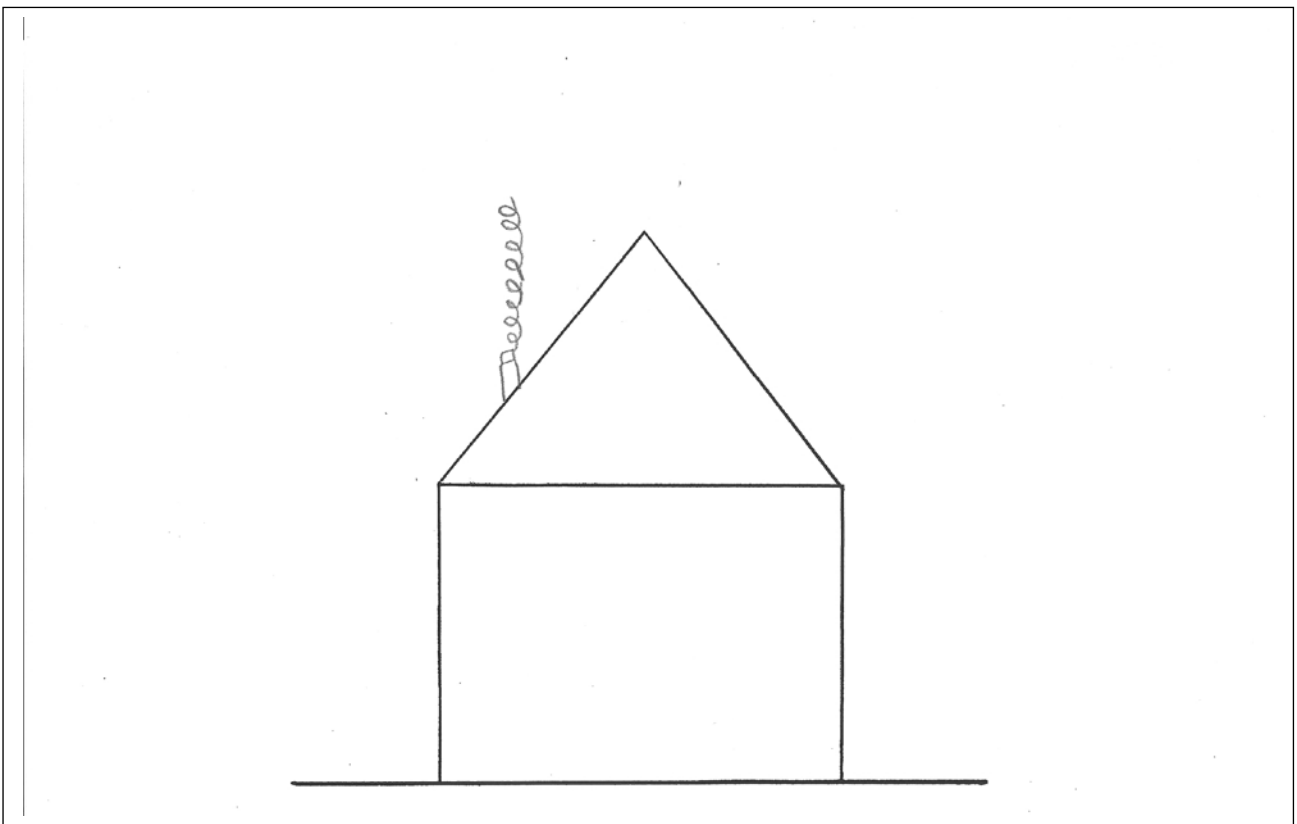


Lámina 110– Tema: CHIMENEA Y HUMO Autor/a: Niña de 5 años

10.15. Prueba 17: La caja

Presentación

Desde que el niño comienza con sus primeros trazados, se encuentra con una superficie o espacio topológico en el que debe realizar sus producciones. En los inicios, considera la lámina como el suelo en el que distribuye las distintas figuras para, poco a poco, una vez que entra en la etapa del garabato controlado, considerarla como una hipotética ventana a través de la que puede representar la realidad. Cuando se interpreta el soporte como un encuadre, las direcciones dominantes que configuran este soporte comienzan a incidir en el resultado de las producciones infantiles.

Las direcciones izquierda-derecha o arriba-abajo, marcadas por los ejes horizontales y verticales, se adquieren pronto, puesto que los ejes vertical y horizontal de la lámina, así como la propia experiencia humana de estar erguidos sobre el suelo proporcionan a los niños la experiencia necesaria para conseguirlo.

En esta prueba, queremos indagar acerca de la distribución de los elementos dentro de una superficie y conocer el reparto espacial de las figuras geométricas dentro del espacio topológico. Analizaremos también si distribuyen las figuras por todo el espacio, en el centro, en la izquierda o la derecha, y otras opciones, como puede ser la distribución alineada de los grafismos dentro del espacio topológico. También, conocer cuáles de las figuras que les presentamos van a utilizar con mayor frecuencia, ya que los pequeños van seleccionando aquellas que quieren emplear y que serán, por tanto, las que más van a repetir. De igual modo, apreciar cómo algunos niños utilizan todas las figuras geométricas, mientras que otros solo emplean algunas de ellas.

En esta prueba, presentamos a los niños de 3, 4 y 5 años una lámina en la que hay dibujado un gran rectángulo que ocupa prácticamente toda la superficie de la hoja, así como una serie de figuras –círculo, cuadrado, triángulo, cruz latina, aspa, dos paralelas verticales, dos paralelas horizontales y una espiral- para que las “metiesen” dentro de ese rectángulo, al que llamamos “la caja”.

Elegimos las tres edades ya que los niños tienen que ubicar sus trazados y dibujos dentro de una superficie -en este caso una lámina A-4- desde que realizan sus primeras producciones, por lo que nos pareció interesante realizar esta prueba en los tres años de Educación Infantil. Además del resultado final, se consideró que la observación directa y el diálogo con los pequeños serían de gran ayuda para ayudarnos a comprender las razones que les han llevado a realizar sus trabajos.

Lámina 111

En esta prueba, creada por un niño de 3 años, podemos observar con claridad que sigue trazando garabatos no controlados, ya que, al intentar representar los distintos grafismo geométricos propuestos, se convierten en trazos que no guardan ningún parecido con los elementos modelos.

En un primer momento, puesto que se consideraba incapaz de realizar esta prueba, decidió rellenar con rotulador rojo dos de las figuras que le servían de muestra: el cuadrado y el triángulo. A continuación, con el mismo rotulador rojo comenzó a trazar desde el extremo inferior izquierdo de “la caja”, una línea irregular que inició con una forma circular que, más tarde, convirtió en una línea quebrada que atravesaba toda la lámina trazando una especie de puente. En el centro geométrico de la superficie, realiza un remolino alargado que termina como un cicloide en la parte derecha.

Cogió, a continuación, el rotulador de color azul y dibujó una línea irregular que comienza en la parte superior izquierda, generando una forma parecida a un triángulo con el vértice hacia abajo; continúa hacia la derecha y cambia de sentido llegando hasta el borde izquierdo de la caja; sigue dibujando esta línea hacia abajo, y, al llegar al borde inferior, vuelve a girar hacia la derecha, realizando una forma ligeramente curvada hacia la derecha y arriba, por lo que delimita un espacio parecido a un rectángulo, dentro del cual se encuentra el remolino de color rojo, anteriormente mencionado. Dentro de este espacio, realizó varios remolinos, con el mismo color azul, que ocupan el centro geométrico, como queriendo destacar su importancia. Completa el dibujo un pequeño barrido en color azul en la parte derecha.

Comprobamos, pues, la falta de relación que existe entre las indicaciones dadas al pequeño y lo que ha realizado, no habiendo un control claro de los trazos, que en varias ocasiones traspasan los límites marcados.

Lámina 112

En esta lámina, elaborada por una niña de 3 años, apreciamos un avance con respecto a la prueba anterior. En este caso, sí podemos identificar los grafismos geométricos que ha utilizado para distribuirlos dentro del espacio topológico, en este caso, círculos, espirales, cruces y pequeñas rayitas horizontales. El cuadrado, el triángulo, el aspa y las rayitas verticales no las ha utilizado, porque tenía libertad a la hora de usar unas u otras.

Comenzó a trazar con un rotulador de color rojo una gran forma rectangular que coincide con el espacio en el que debía realizar los distintos grafismos. En los dos lados

verticales, dibujó pequeñas rayitas horizontales que los cortan. Cambió de color, y, con un rotulador azul, se predispone a dibujar en la parte superior, siguiendo una línea horizontal, una serie de 17 círculos. Debajo, hacia la izquierda, trazó una espiral en el sentido contrario a las agujas del reloj, y, a su lado, una forma irregular con un cierto parecido a un cuadrado, pero con uno de los lados inclinados y otro con ondas.

A continuación, intentó realizar dos cruces en la parte central. Para ello, dibujó una línea ligeramente inclinada de derecha a izquierda para representar el eje vertical, y una vez concluida, intenta imitar a la recta que debe cortarla, pero no lo resuelve, puesto que traza dos pequeñas rayitas simulando el cruce. La otra cruz la hace de manera similar pero situando verticalmente el primer trazo, y sobre ella, en la parte derecha, dibuja dos líneas paralelas verticales.

La niña vuelve a tomar el color rojo e intenta realizar siete espirales en distintos espacios libres que encuentra entre los trazados ya realizados. En primer lugar hace tres trazados circulares en la parte inferior izquierda, realiza otro entre las dos cruces, y dos más en la parte derecha de la lámina. Finalmente, incluye una última forma circular entre el séptimo y octavo de los círculos realizados en la parte superior, aunque esta última la repasa tantas veces que parece un remolino que ha querido colorear.

Si analizamos el resultado de la pruebas, pensamos que la niña ha entendido lo que tenía que realizar.

Lámina 113

Lámina de una niña de 3 años que plantea una respuesta diferente a las anteriores, ya que la autora intenta reproducir todas las formas geométricas que tiene como modelo siguiendo el mismo orden en el que aparecen.

Comienza dibujando con un rotulador de color azul cada uno de los elementos debajo del modelo: en primer lugar hace un pequeño círculo y, a continuación, una forma cerrada de pequeño tamaño debajo del cuadrado. Esta forma tiene un aspecto parecido tanto al triángulo como al cuadrado, sin que podamos decir con exactitud a cual de ellos se refiere, aunque, debido a su posición debajo del cuadrado, podemos deducir que se refiere a él.

El tercero de los grafismos es una figura irregular con la que intenta representar al triángulo equilátero, aunque no lo consigue, puesto que hace un cuadrilátero con semejanza al rombo. A continuación, intenta representar la cruz y el aspa con unos grafismos parecidos entre sí pero que no guardan semejanza con los originales, por lo

que tampoco logra representarlos con corrección. En relación a la cruz, comienza trazando una línea vertical de arriba hacia abajo e intenta hacer el tramo horizontal. Para ello, hace una pequeña línea recta horizontal que parte desde el centro y hacia la izquierda del eje vertical, pero no consigue dibujarla en la parte derecha. En su lugar, sitúa dos líneas rectas horizontales, una en la parte superior y otra en la inferior del eje vertical, desde este hacia la derecha. En cuanto al aspa, hace el eje vertical, y sitúa una línea perpendicular a él en cada uno de sus extremos.

Para la realización de las líneas paralelas verticales, la niña traza dos líneas parecidas al modelo pero con una pequeña inclinación hacia la derecha; las horizontales también las presenta paralelas entre sí pero también con una pequeña inclinación, no llegando a ser totalmente horizontal. Aun así, creo que la ejecución es bastante adecuada y parecida al original.

El último de los grafismos que debía representar tampoco lo ejecuta correctamente, puesto que realiza un trazado circular sin que exista el necesario control que requiere el trazado de la espiral.

Una vez que ha terminado esta primera fila en color azul, escoge un rotulador rojo para intentar hacer una segunda fila debajo de la primera. Traza, en primer lugar, una forma redondeada para el círculo; después, una irregular alargada para el cuadrado, con la que no guarda ningún parecido; otra forma irregular para el triángulo, aunque esta vez con tres lados en lugar de cuatro como en la primera fila; para la cruz, emplea una forma semejante a la de la primera fila pero con la línea del lado izquierdo hacia arriba, demostrando claramente que no es capaz de encontrar una solución gráfica satisfactoria; con la representación del aspa ocurre algo parecido, puesto que al no saber cómo hacerlo, dibuja una forma irregular con aspecto de triángulo; sobre las líneas paralelas verticales y horizontales, apuntar que las realiza de forma muy parecida a la anterior; y, finalmente, con la espiral tampoco encuentra una solución totalmente satisfactoria.

Para terminar, intenta hacer una tercera fila en la que solo incluye cuatro figuras con formas irregulares circulares, al tiempo que, en la parte inferior de la lámina, elabora una línea quebrada en la izquierda debajo de la cual traza una línea horizontal. La niña en estos últimos trazados no ha reproducido ninguno de los elementos propuestos.

Lámina 114

Trabajo realizado por una niña de 4 años. Podemos observar que no alinea los grafismos según el modelo propuesto como hacen algunos de sus compañeros, sino que

los distribuye por toda la superficie topológica, aparentemente sin ningún orden, realizando incluso combinaciones entre ellos, como es el caso del círculo con una cruz o un aspa en su interior. Aun así, logra encontrar equilibrio en su composición, que resulta agradable de contemplar.

En su trabajo, utiliza todos los grafismos geométricos propuestos: el círculo lo emplea seis veces -como he indicado, dos de ellas combinado con otros elementos-, el cuadrado siete veces, el triángulo en cuatro ocasiones, la cruz cuatro veces -una combinada con un círculo-, el aspa aparece dos veces -una de las cuales en el interior del círculo-, las dos líneas paralelas verticales aparecen en seis ocasiones, las paralelas horizontales cuatro veces, y, por último, la espiral es representada seis veces, cuatro de ellas con el mismo sentido que el modelo, y dos con el contrario.

Lámina 115

En esta prueba, efectuada por una niña de 4 años, vemos que la autora comienza trazando los grafismos propuestos en el mismo orden en el que se les presentó la muestra. Así, representa un círculo, cuadrado, triángulo, cruz, aspa, paralelas verticales y horizontales y finalmente una espiral, aunque con sentido contrario al propuesto. A continuación, y puesto que aun no ha alcanzado el lado derecho, realiza cuatro figuras más pero sin seguir el orden en el que aparece la muestra.

Debajo, sitúa una segunda fila en la que los distintos elementos se suceden en el orden que ella elige, repitiéndose con más frecuencia los que considera de más interés. Continúa con una tercera fila que llega hasta la mitad de la lámina. En las tres filas siguientes, con las que termina de completar la lámina, sigue eligiendo los grafismos que desea, e introduce elementos nuevos inventados por ella. En la cuarta fila aparece un gran sol, y, en la quinta, un pez.

Lámina 116

La respuesta gráfica dada por este niño de 4 años es diferente a las anteriores, puesto que se limita a repetir cinco veces el modelo propuesto en la parte superior de la lámina. De este modo, sitúa cada elemento debajo del modelo: el círculo, cuadrado, triángulo, cruz, aspa, paralelas verticales, paralelas horizontales y espiral.

Hay que señalar que posee un buen control del trazo y que mantiene la horizontalidad de cada una de las filas. En el caso de las espirales, solo la primera es trazada en el mismo sentido que el de las agujas del reloj. Las tres siguientes tienen el sentido

contrario, y, la última, no es una espiral, sino un círculo con un trazado circular en su interior.

Lámina 117

Lámina correspondiente a un niño de 5 años. Comenzó trazando dos pequeñas líneas paralelas en cada una de las cuatro esquinas de la figura rectangular que representaba la caja, y en la que debía “meter” los distintos elementos. Una vez hecho esto, comenzó a ejecutar los distintos elementos que tenía como muestra, pero sin ningún orden aparente, aunque podemos distinguir las dos primeras filas en la parte superior formadas por cruces, espirales, un círculo, dos paralelas verticales, un triángulo y dos cuadrados. La parte inferior también la rellena con cruces, aspas, cuadrados, círculos y un triángulo, aunque dispuestos sin ningún orden concreto.

Los distintos elementos representados se distribuyen por todo el espacio topológico, aunque, como hemos señalado, sin ningún orden aparente.

Lámina 118

Esta prueba, realizada por un niño de 5 años, presenta algunas características que la diferencian de la anterior, ya que si bien ha utilizado todos los elementos y los ha distribuido por todo el espacio topológico, el orden que presentan dentro del rectángulo la hace diferente.

Este pequeño, al realizar su trabajo, ha copiado el ejemplo de muestra cinco veces, una debajo de otra imitando incluso el tamaño y separación entre los distintos elementos, por lo que nos puede recordar a los ejercicios de preescritura que realizan en estas edades. Los ha ejecutado con bastante corrección, destacando únicamente las dos últimas espirales, cuyo sentido de giro es el contrario al modelo.

Lámina 119

La respuesta dada por esta niña de 5 años tiene algunas características comunes con la lámina anterior. En ella, la autora ha trazado cada uno de los elementos en una fila, y los ha repetido horizontalmente a lo largo de ella. Sigue la misma secuencia que presentaba la muestra propuesta. En primer lugar, traza un círculo que repite ocho veces; debajo de esta fila, hace otra con ocho cuadrados; bajo esta, once triángulos, dieciséis cruces; más abajo, dieciséis aspas, múltiples rayitas verticales seguidas por otra fila de líneas horizontales; y, finalmente, once espirales siguiendo el mismo sentido que el ejemplo de muestra.

Lámina 120

En esta prueba, realizada por un niño de 4 años, podemos observar que no la ha conseguido realizar correctamente. Se le presentó, como al resto de los alumnos que quedan por analizar, un folio con un gran rectángulo en su interior que representaba una caja, para que él metiese dentro los distintos elementos que dibujamos, sin ningún orden, en la pizarra.

En su respuesta gráfica, encontramos un revoltijo de garabatos, barridos, líneas irregulares que se cruzan, etc., sin encontrar ninguna referencia con los grafismos que se les ha propuesto como modelo, e, incluso, sin tener un control sobre sus trazados, puesto que en varias ocasiones se sale de los límites propuestos.

Comenzó realizando unos barridos en varias direcciones en la parte inferior izquierda, del que parten unas líneas que recorren el resto de la lámina, hasta terminar con otros pequeños barridos en la parte inferior derecha. Por los resultados obtenidos, creemos que no manifiesta una buena madurez en sus desarrollos gráfico y perceptivo, por lo que también podría tener problemas en la ejecución de las restantes pruebas.

Lámina 121

En este trabajo, la autora, una niña de 4 años, ha aislado los distintos trazados que realizó. En primer lugar, hizo con una cera de color rojo, una gran espiral que ocupa la parte superior izquierda en el sentido contrario a las agujas del reloj, tal y como se le propuso. A continuación, intentó trazar el cuadrado –aunque representó un rectángulo–, y un círculo mediante una forma ovoide. Debajo de ellos, y con distintos colores, podemos encontrar otro círculo en color azul, una espiral más pequeña en marrón, una forma en color marrón parecida a una espiral, dos paralelas horizontales naranjas y una cruz en tono azul.

Lámina 122

Nos encontramos ante un trabajo que, consideramos, se puede considerar correcto puesto que responde acertadamente a los objetivos planteados en la prueba. Su autor, un niño de 4 años, comienza el ejercicio con una cera de color azul trazando, en la primera fila, las figuras propuestas: una cruz, un círculo, una espiral, dos líneas verticales paralelas, un triángulo, dos líneas horizontales paralelas y otra cruz.

Debajo de ella, hace otra fila con cera de color rojo, comenzando por una gran espiral a la que siguen el resto de elementos, como círculos, cruces triángulos y paralelas.

Termina su dibujo con una tercera fila en color amarillo, que también comienza con una gran espiral seguida de los restantes elementos.

Este trabajo es una manifestación clara de que los niños y niñas de 4 años se encuentran, en principio, con las habilidades motrices y con la comprensión de cualidades topológicas necesarias para desarrollar correctamente las actividades propuestas de copia de figuras geométricas.

Lámina 123

Nos encontramos ante la respuesta dada por una niña de 5 años. Comenzó realizando una fila de triángulos, veinticinco en total, que ocupa toda la parte superior del recuadro en el que debían trazar las distintas formas geométricas. A continuación, y debajo de esta, realizó otras filas: una con veinte círculos, otra con quince cuadrados e inició una cuarta de rectángulos. Observando lo realizado, podemos concluir que nos recuerda a los ejercicios de preescritura que los niños de estas edades realizan en clase, ya que el tamaño de los elementos representados y la disposición nos remiten a ellos, por lo que pensamos que, en cierto modo, esta niña lo entendió así.

A continuación, la ejecución de los trazados que elabora en la lámina da un giro total, seguramente influenciada por los compañeros de mesa, que estaban realizando sus ejercicios dibujando las distintas figuras dentro del recuadro, pero sin ningún orden; esta niña decide imitarlos y distribuye por todo el espacio topológico los distintos elementos: círculos, cuadrados, triángulos, cruces espirales y paralelas.

Lámina 124

Trabajo de un niño de 5 años que representa los distintos elementos planteados en la prueba, distribuyéndolos por toda la lámina y combinándolos, en alguna ocasión, como el caso del rectángulo y la cruz.

Llama la atención una gran espiral que realiza a la izquierda de la lámina. Comenzó desde dentro hacia afuera, siguiendo el sentido de las agujas del reloj. Cuando llegó al borde izquierdo, se dedicó a realizar otras figuras, volviendo a completar la espiral con círculos incompletos como si la espiral estuviese “por debajo” del rectángulo en el que debían dibujar los distintos elementos.

Destaca también el triángulo que hace debajo de esta espiral que “sobresale” y sitúa delante de ella, puesto que ha omitido el trozo de espiral que intersecciona con él.

Lámina 125

Nos encontramos ante la última lámina que vamos a analizar en esta prueba. Pertenece a una niña de 5 años, que ha representado los distintos elementos distribuyéndolos en cuatro filas.

Comenzó dibujando cuatro pequeños cuadrados en las esquinas del rectángulo. A continuación, hizo la segunda fila con un triángulo, un cuadrado, una cruz y dos rectángulos. Después, inició la primera fila, en la que incluye líneas paralelas, círculos, triángulos, cruces, espirales, rectángulos y aspas. Cuando la terminó, observó la segunda espiral y dos líneas paralelas verticales situadas cerca, y dibujó un caracol prolongando la espiral y añadiendo un círculo en el que representó una cara.

La tercera fila es parecida a la primera, con triángulos, cuadrados, cruces, aspas, etc. y una espiral que también convierte en caracol. Termina con una cuarta fila hecha con tres rectángulos.

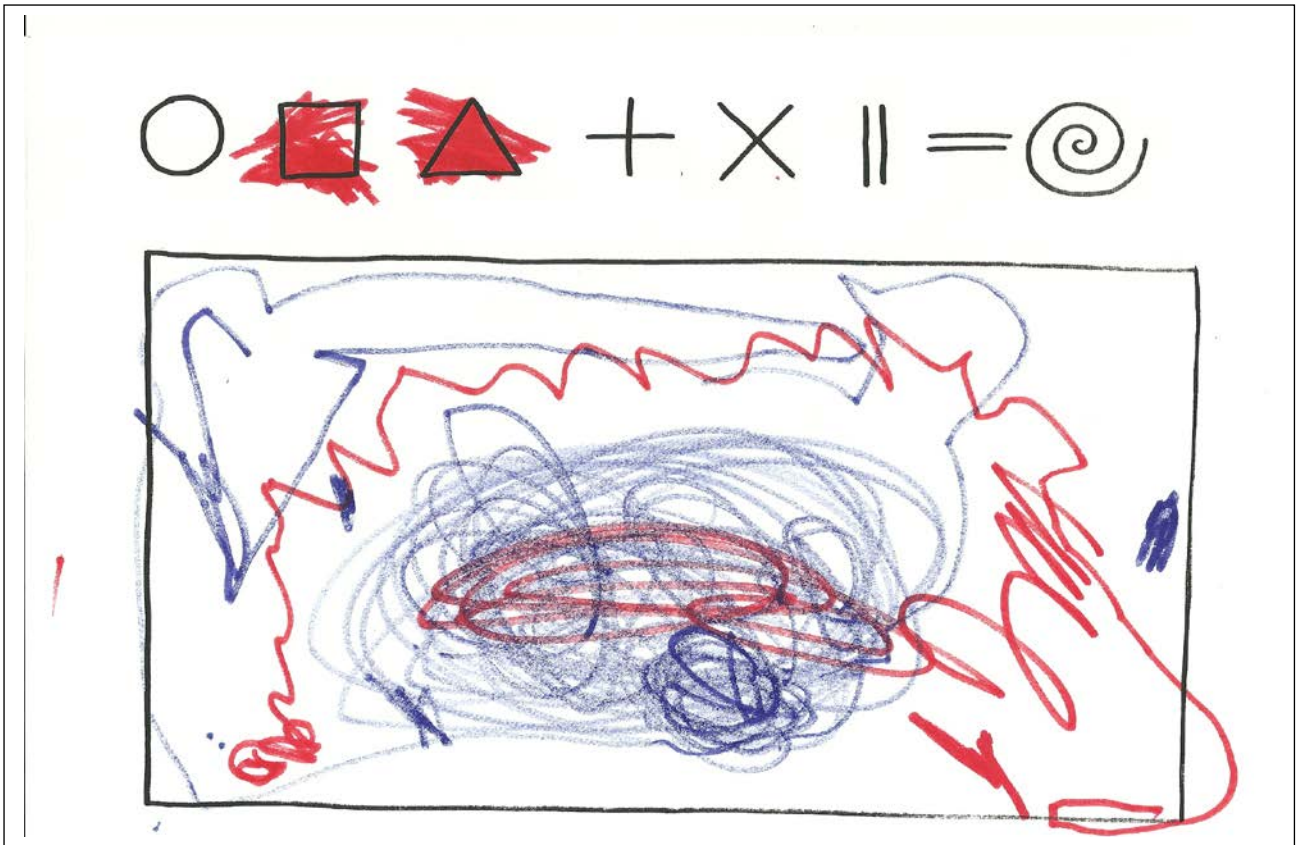


Lámina 111- Tema: LA CAJA Autor/a: Niño de 3 años

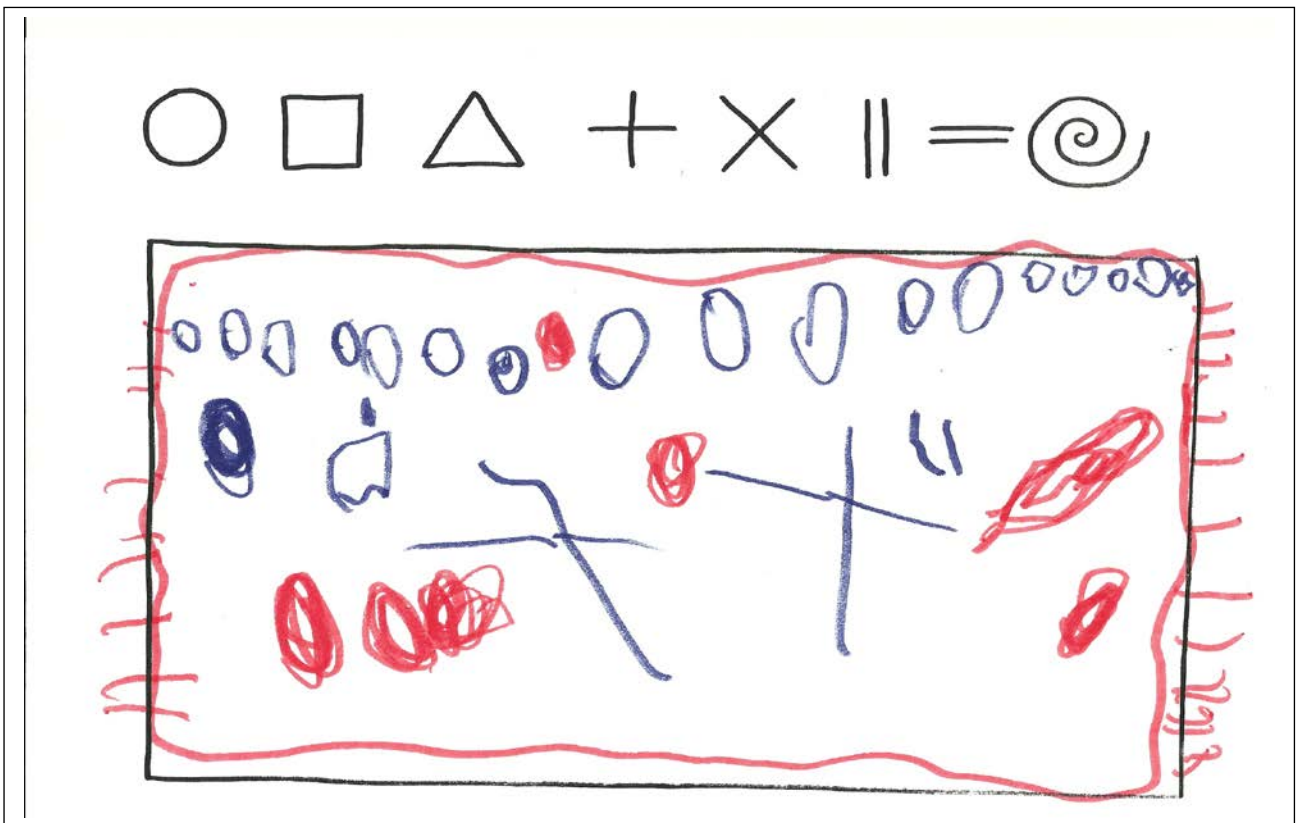


Lámina 112- Tema: LA CAJA Autor/a: Niña de 3 años

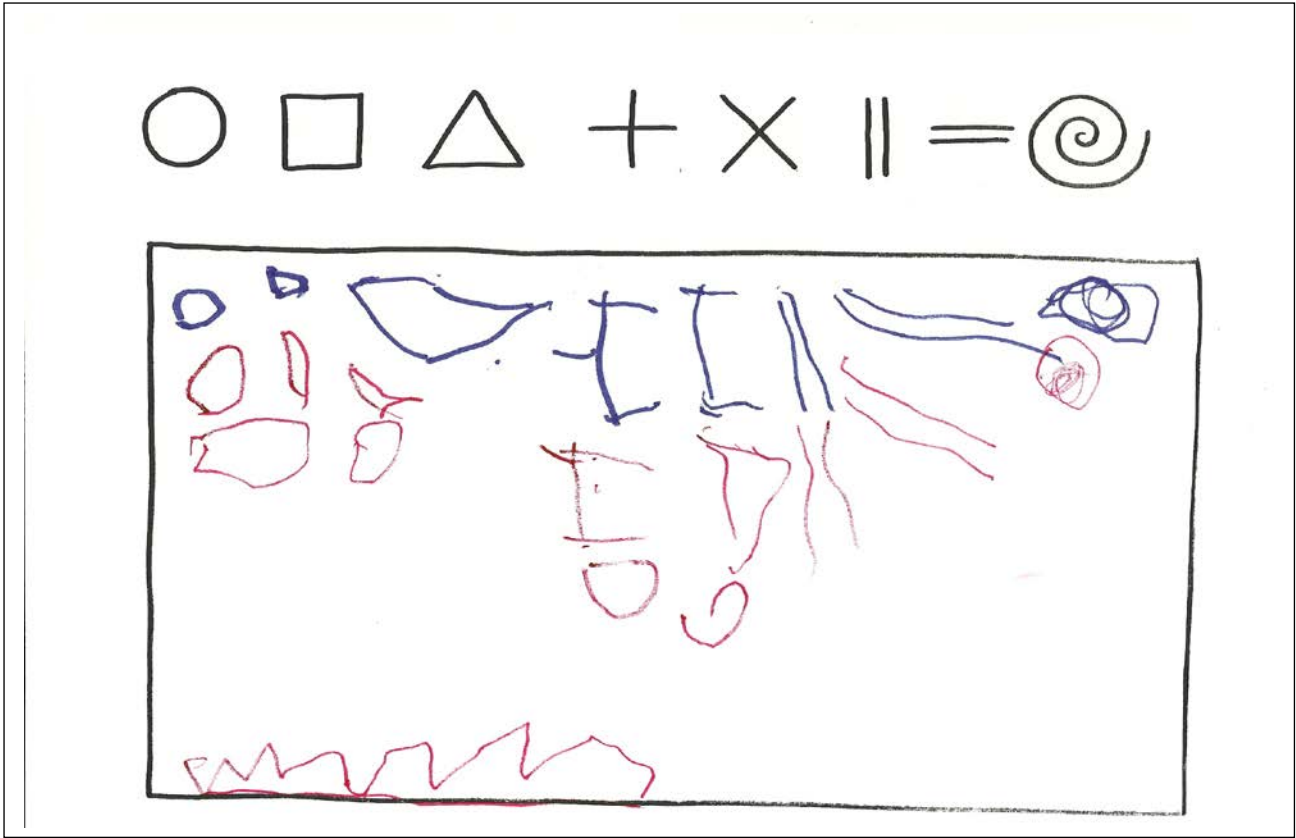


Lámina 113- Tema: LA CAJA Autor/a: Niña de 3 años

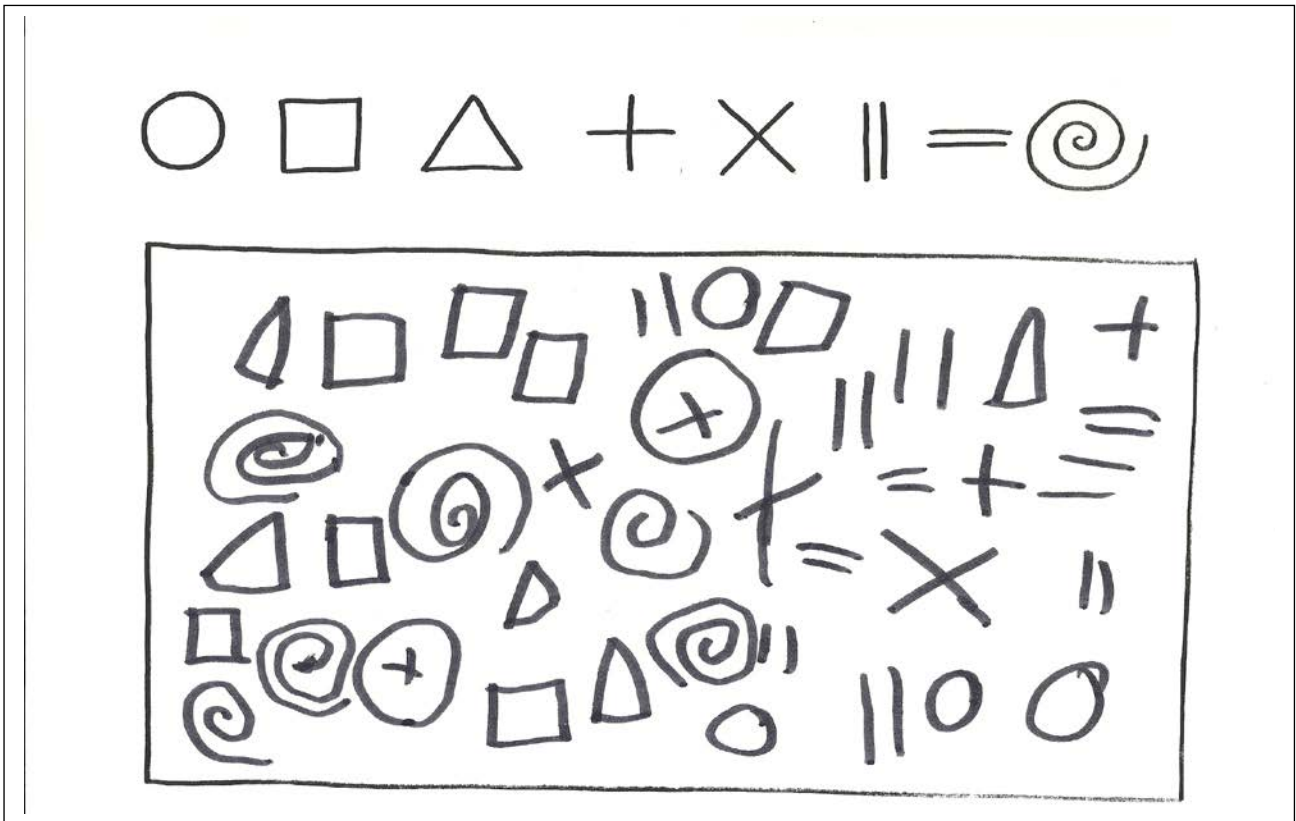


Lámina 114- Tema: LA CAJA Autor/a: Niña de 4 años



Lámina 115- Tema: LA CAJA Autor/a: Niña de 4 años

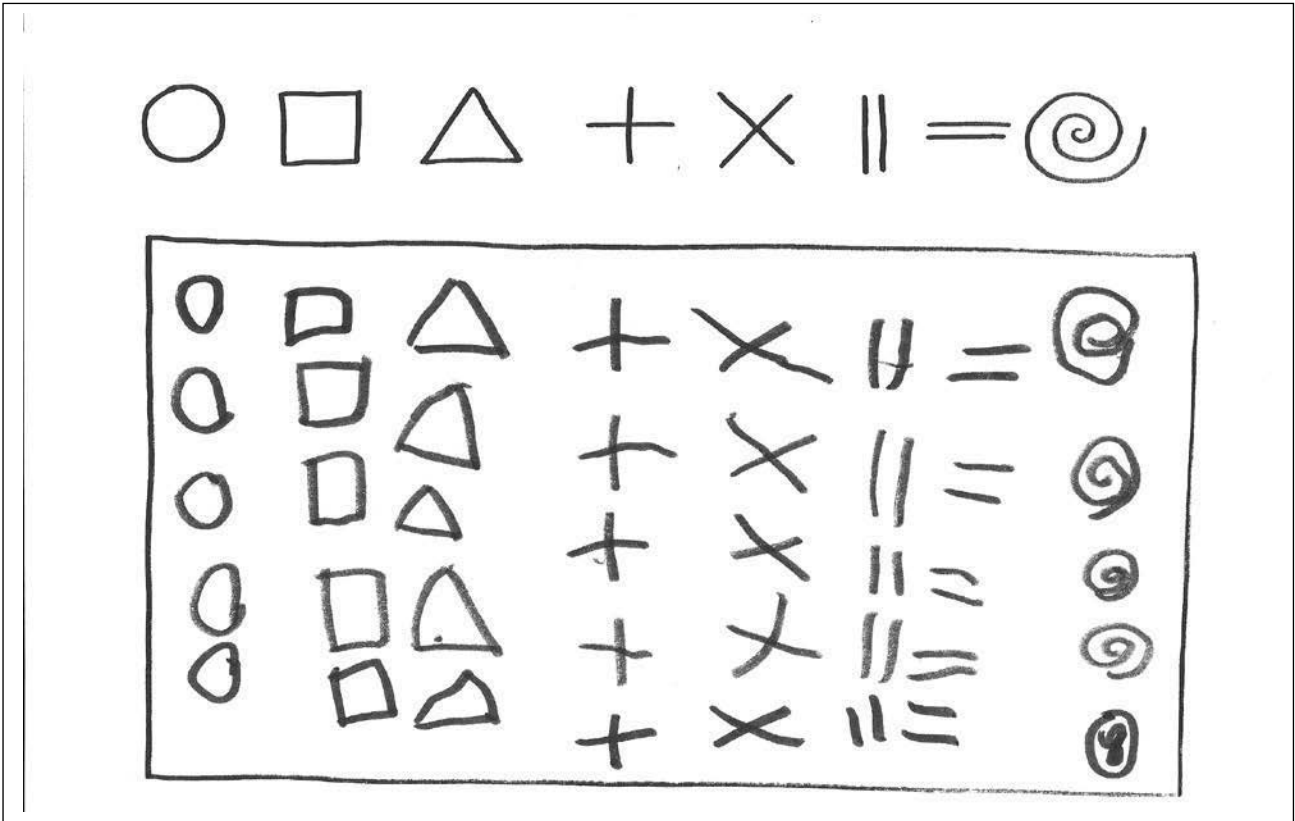


Lámina 116- Tema: LA CAJA Autor/a: Niño de 4 años

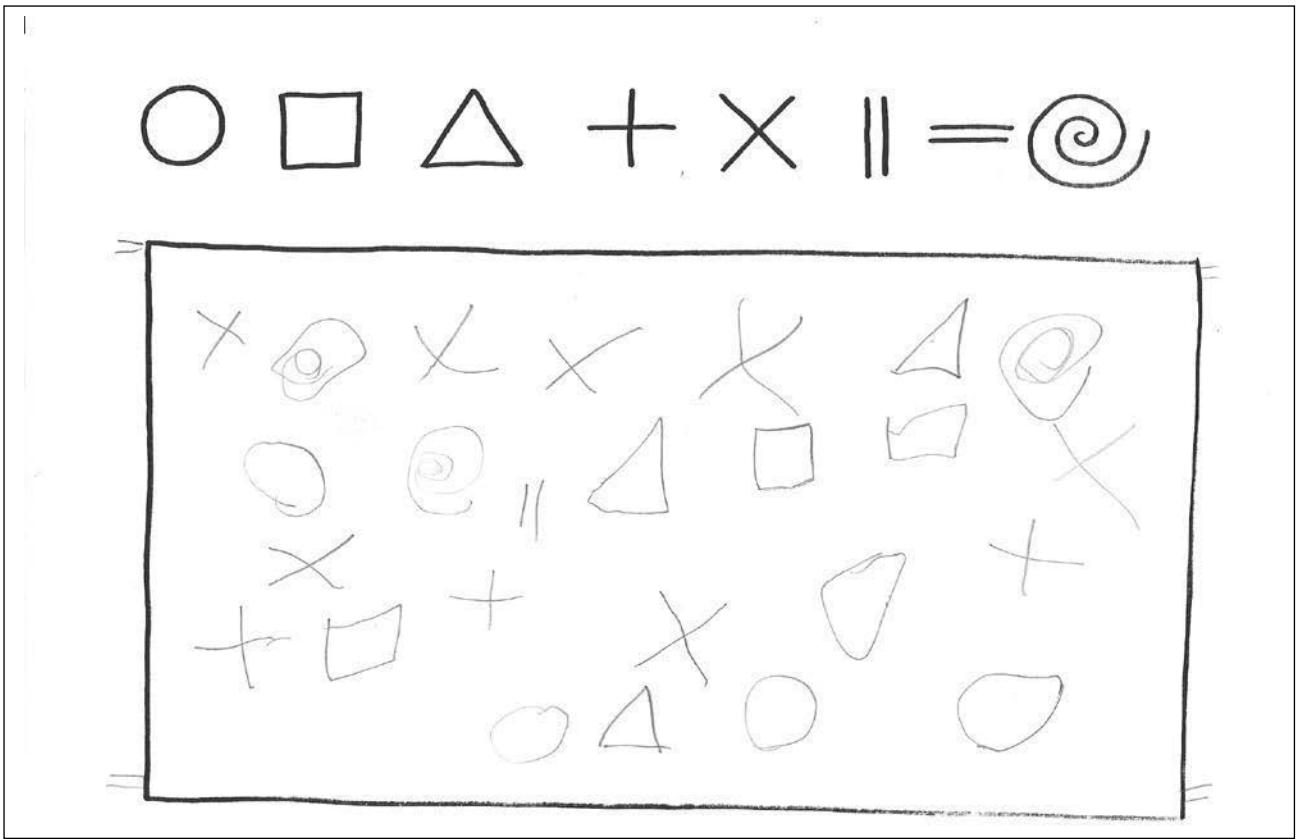


Lámina 117- Tema: LA CAJA Autor/a: Niño de 5 años

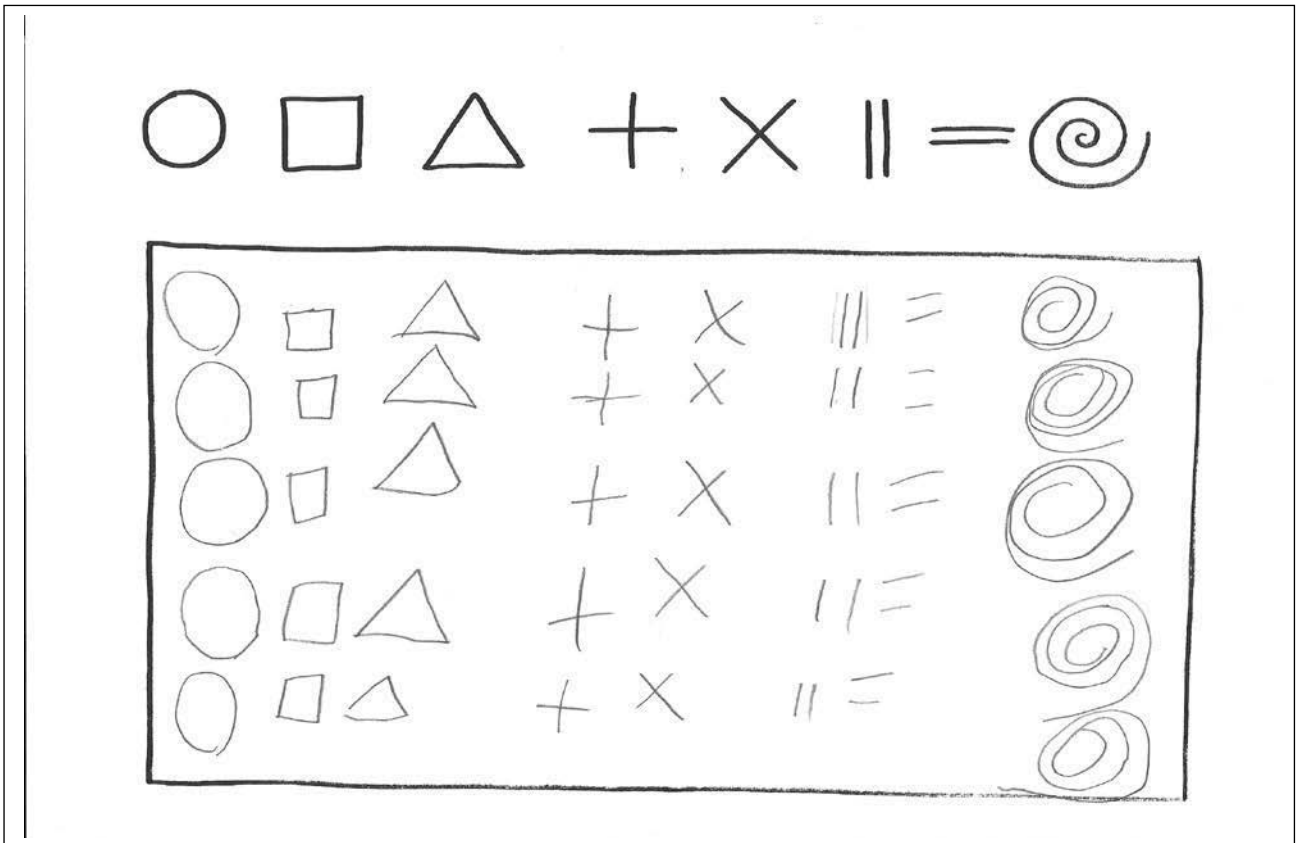


Lámina 118- Tema: LA CAJA Autor/a: Niño de 5 años

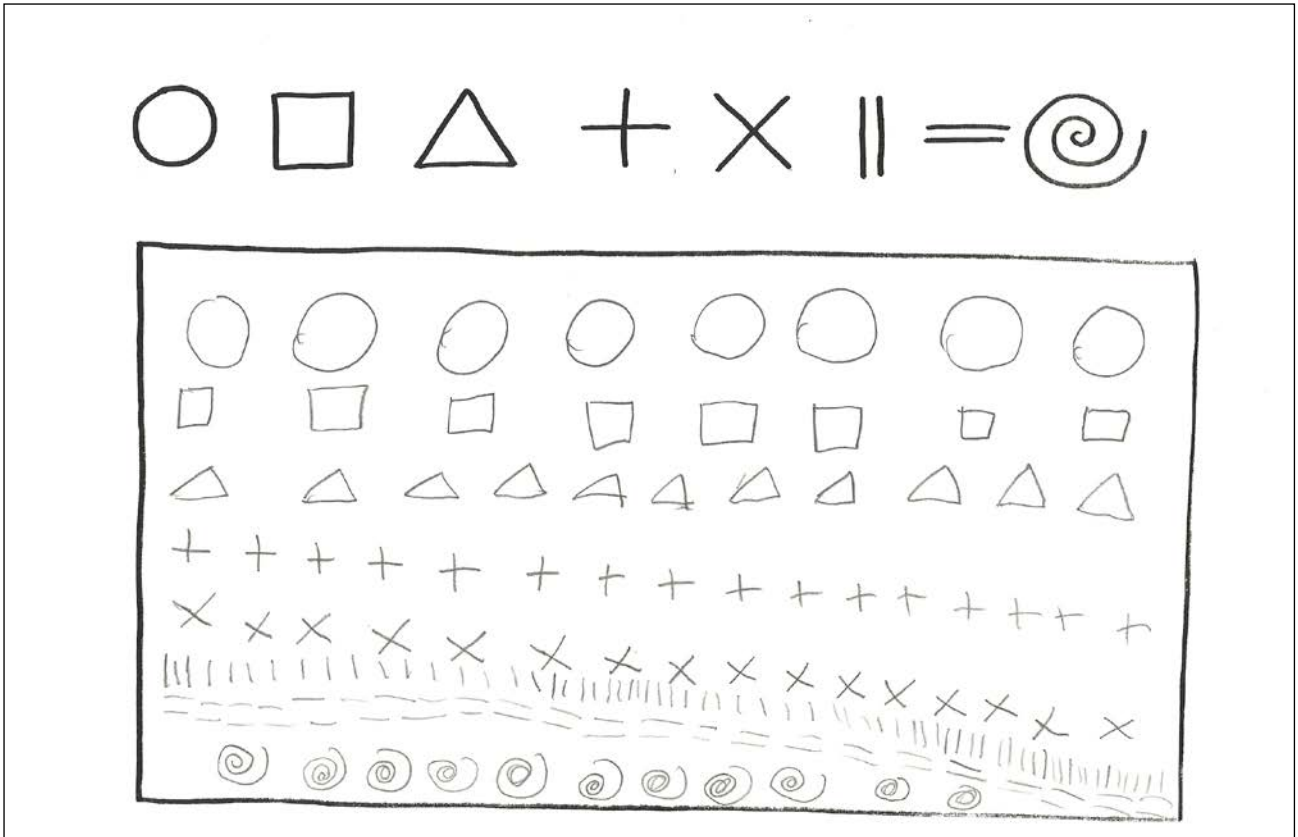


Lámina 119– Tema: LA CAJA Autor/a: Niña de 5 años



Lámina 120– Tema: LA CAJA Autor/a: Niño de 4 años



Lámina 121- Tema: LA CAJA Autor/a: Niña de 4 años

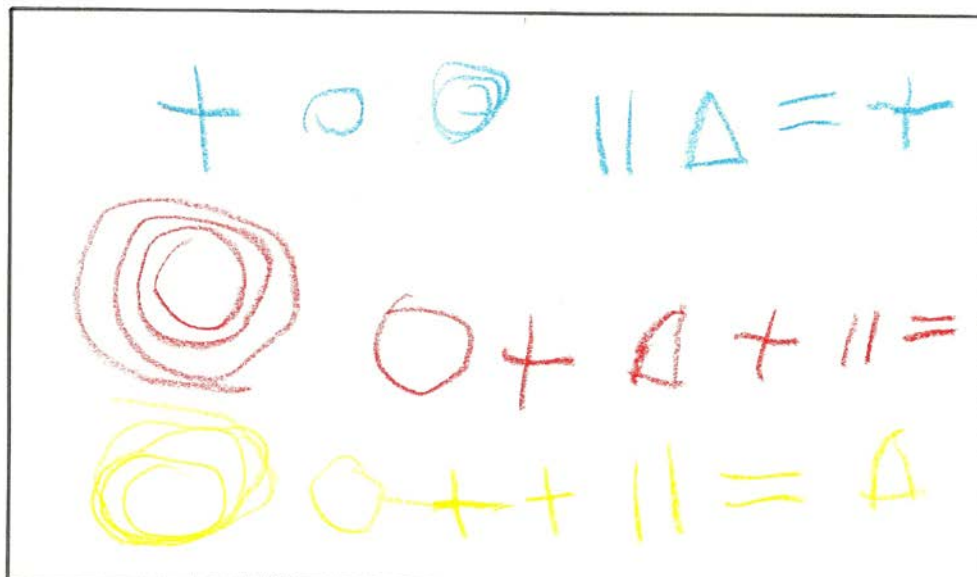


Lámina 122- Tema: LA CAJA Autor/a: Niño de 4 años

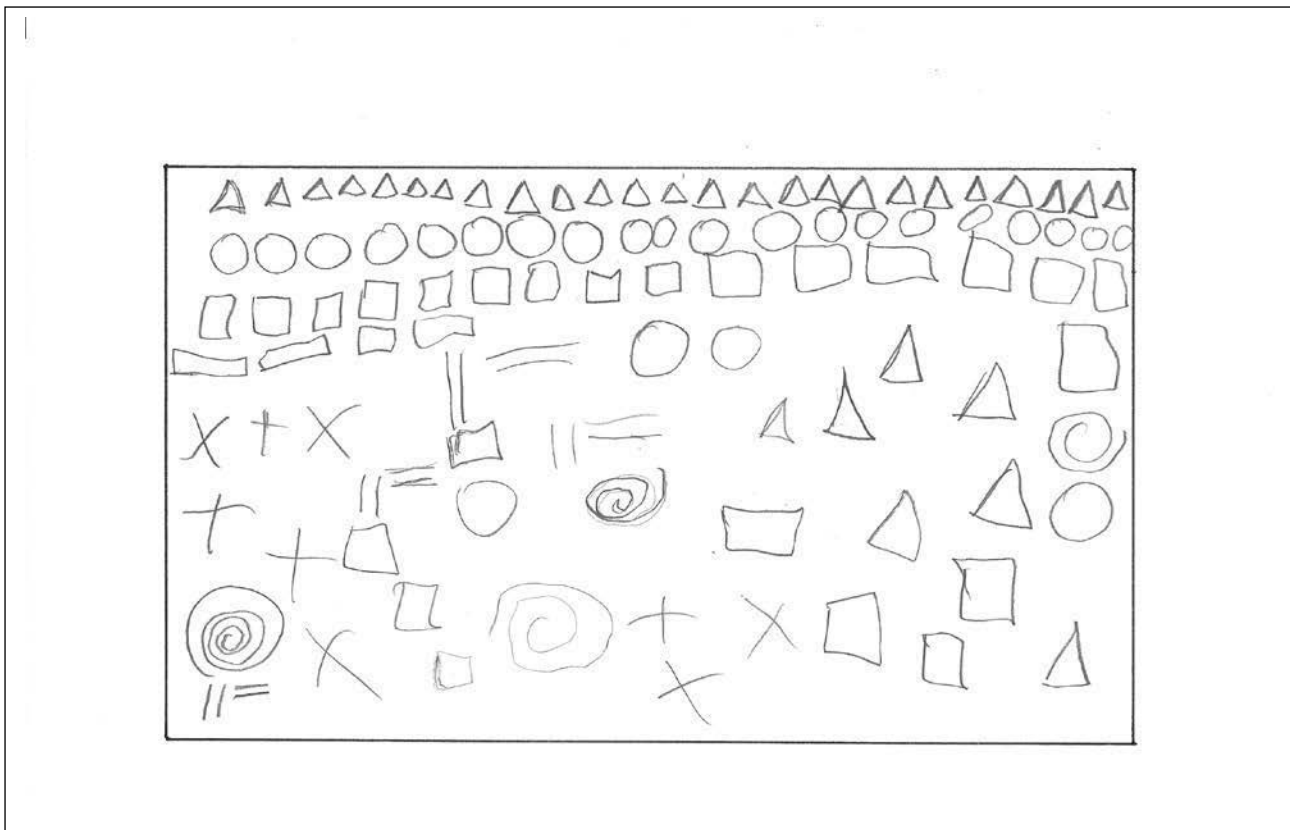


Lámina 123– Tema: LA CAJA Autor/a: Niña de 5 años

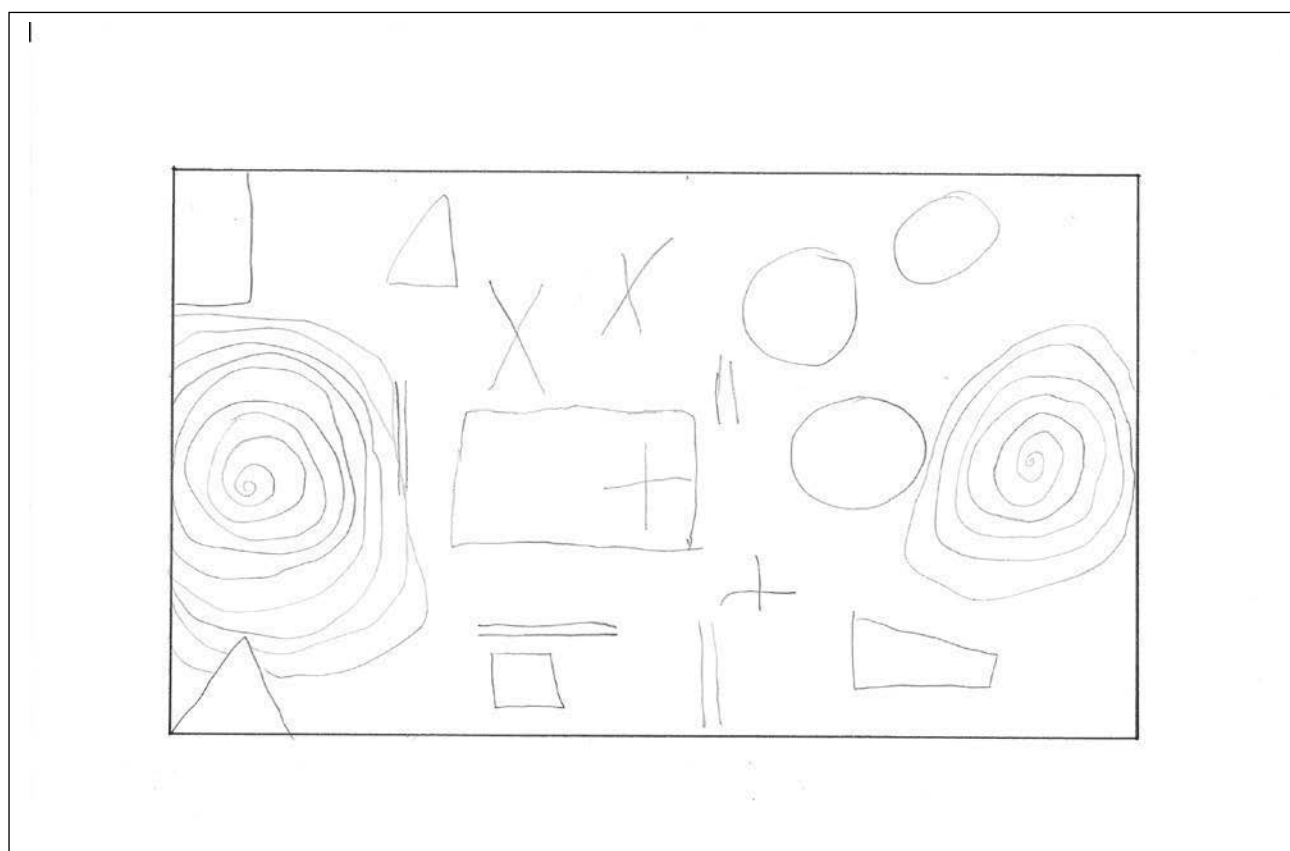


Lámina 124– Tema: LA CAJA Autor/a: Niño de 5 años

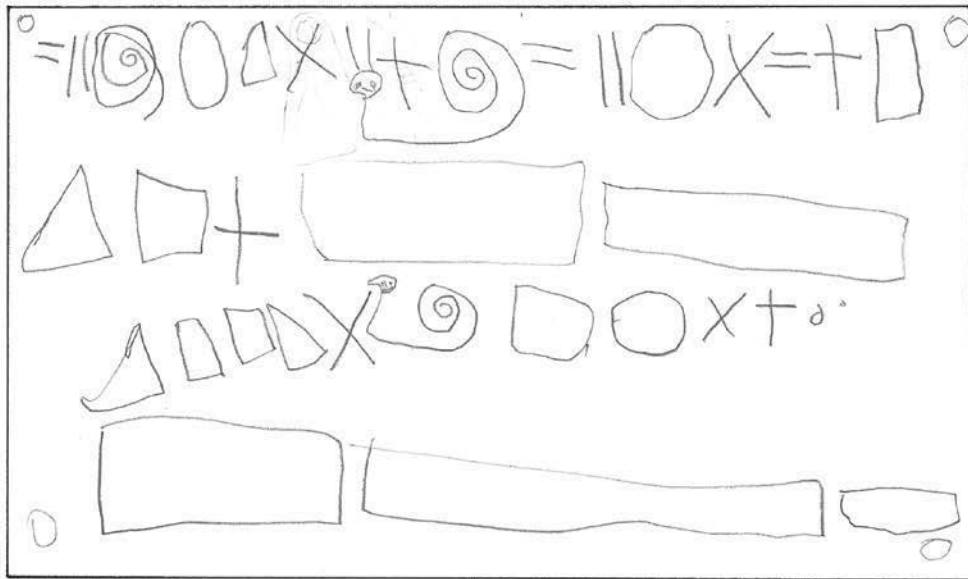


Lámina 125 – Tema: LA CAJA Autor/a: Niña de 5 años

10.16. Prueba 18: La mariposa

Presentación

La simetría aparece rápidamente en sus trabajos de los niños de una manera bastante clara, utilizándola principalmente cuando comienza a dibujar la figura humana y las distintas partes que componen el cuerpo. De este modo, si dibujan el ojo izquierdo, también trazarán el derecho, y lo mismo ocurrirá con los brazos, piernas y demás elementos, ya que, desde el primer momento, tienden a buscar el equilibrio en las figuras que representan.

Nosotros hemos querido indagar algo más en la idea que tienen acerca de la simetría los pequeños de 3, 4 y 5 años, y para ello se les presentó una lámina con el contorno de una mariposa para que la decorasen. El objetivo que perseguíamos era conocer la capacidad de reproducción de las formas equivalentes y simétricas que poseen los niños de Educación Infantil.

Les presentamos una prueba con dos variantes. La primera es un dibujo del contorno de una mariposa en la que, en las alas del lado izquierdo, habíamos dibujado distintas figuras geométricas, y ellos debían decorar el ala del lado derecho siguiendo la misma pauta; la segunda, corresponde a la misma mariposa, pero únicamente les dimos el contorno para que ellos decorasen las alas de ambos lados.

Creímos conveniente realizar esta última prueba con los alumnos de tres años ya que, a pesar de su corta edad, de este modo podríamos conocer si son capaces, y, en casi afirmativo, cómo hacen para representar las ideas tempranas e intuitivas que todos tenemos acerca de la simetría.

Lámina 126

Lámina perteneciente a una niña de 4 años. Le presentamos el primero de los ejercicios, en el que tenían que reproducir una pauta ya marcada, y podemos observar que no fue capaz de realizarlo correctamente.

Cogió una cera de color azul e intentó reproducir los elementos del ala superior de la mariposa, aunque para ello trazó una serie de grafismos que no nos recuerdan al modelo ni por su forma ni por su disposición: un rectángulo en el que están prolongados dos de los lados de mayor tamaño, una forma irregular con lados rectos y curvados, y un círculo situado en la parte superior, cuando debía haberlo hecho en la parte inferior.

En el otro ala ocurre algo parecido, puesto que traza sin ningún orden una serie de líneas irregulares curvas y otras rectas, que no guardan ningún parecido con el original. Concluimos que esta pequeña no ha conseguido superar satisfactoriamente esta prueba.

Lámina 127

Este trabajo pertenece a un niño de 4 años. Supone un gran avance con respecto al anterior, aun cuando no ha conseguido superar con total satisfacción esta prueba.

Una vez explicada, cogió una cera de color azul, comenzando a trazar los distintos elementos. En el ala superior, dibujó un triángulo en el lugar correcto pero con el sentido equivocado y, a continuación, un círculo bien situado. Las dos líneas paralelas y el cuadrado los representa haciendo una traslación y no simétricamente. Algo parecido ocurre con la espiral, que está bien colocada pero mantiene el sentido de giro original, cuando debía haberlo cambiado.

En el ala inferior, los distintos elementos están bastante bien representados. El triángulo es trazado en el lugar correcto y simétricamente al modelo; la cruz está bien situada aunque ligeramente inclinada; el aspa y la línea curva están bien representadas; y la espiral, aunque está bien colocada, no guarda la simetría exigida en esta prueba.

Podemos decir que este pequeño está adquiriendo correctamente el concepto de simetría, aun cuando tenga algunos problemas en representar los elementos más complicados.

Lámina 128

Esta lámina corresponde a un niño de 5 años. Con este trabajo podemos comprobar que el paso de un año a otro, en algunos casos, no supone un avance en la resolución de las pruebas planteadas, ya que si la comparamos con la anterior de 4 años, observamos que no ha habido mejora, sino más bien retroceso.

El autor comienza representando los elementos del ala superior. Los hace con pequeño tamaño, indeciso, pues en un primer momento no sabía cómo empezar. En primer lugar, traza grafismos que no aparecen, como pueden ser las cruces -realizadas mediante una línea vertical con dos pequeñas líneas horizontales que simulan el otro eje- o el cicloide que realiza en la parte interior. Los restantes elementos los sitúa en una zona bastante aproximada a la que les correspondería, pero sin mantener la simetría con la muestra.

En cuanto al ala inferior, también realiza un epicicloide en la parte central, para después situar los restantes elementos alineados en la parte derecha: dos líneas rectas –

que no aparecen en el modelo- dos triángulos, un círculo y dos cruces realizadas como la que representa en el ala superior, mediante una línea vertical y varias horizontales que la cortan. En la zona inferior, encontramos un cicloide y una línea recta abierta, que no recuerda a ninguno de los elementos planteados.

Lámina 129

Un avance significativo podemos encontrar en este ejercicio, realizado por una niña de 5 años, que ha realizado con bastante corrección los distintos elementos requeridos en esta prueba.

Como la mayoría de los alumnos, comenzó dibujando los elementos del ala superior. En primer lugar, un triángulo, que, aunque se encuentra en el lugar adecuado, no guarda la simetría necesaria en esta prueba. El cuadrado, el círculo y las dos líneas paralelas inclinadas han sido ejecutadas con bastante corrección, situándolas en un lugar bastante correcto, cumpliendo, además, la simetría exigida. La espiral, bien colocada, mantiene sin embargo el sentido de giro de la muestra.

En el ala inferior aparecen los cinco elementos planteados en el modelo; algunos de ellos, como el triángulo o la espiral, no respetan la simetría, mientras que otros, como la línea curva, sí la mantiene.

Lámina 130

Como indicamos en la presentación, el segundo año durante el que realizamos las pruebas en los distintos colegios, mostramos a los alumnos una variante de este ejercicio, puesto que solamente le dimos el contorno de la mariposa para que ellos la decorasen. En general, podemos adelantar que los resultados obtenidos con este modelo de lámina en la que tenían total libertad a la hora de adornarla, fueron sin excepción mucho mejores que con el anterior.

Esta primera prueba del segundo año corresponde a una niña de 3 años. En las alas superiores de la mariposa ha trazado una serie de líneas curvadas, barridos, líneas en diente de sierra, etc., aunque observamos que la dirección que presentan es desde un extremo del ala hasta el otro, por lo que se puede adivinar una intuitiva noción de simetría, que queda mucho más clara en las alas inferiores.

En estas, ha realizado una serie de elementos: primero con cera rosa hizo sendos epicicloides, uno en cada ala, siguiendo la dirección desde el centro hasta el extremo de cada una. Sobre ellos, con barridos, plasmó con cera roja dos formas en cada ala parecidas a cuadrados. El conjunto los completó con unas líneas en color rojo en el lado

izquierdo, y una forma ovoide, en color marrón, que rodea a los elementos del lado derecho. En el exterior, con ceras de distintos colores, trazó un rectángulo que enmarca la figura de la mariposa.

Observando el ejercicio, podemos concluir que esta pequeña ha sido capaz de representar las nociones que tiene acerca de la simetría, resolviendo, incluso mejor que algunos de sus compañeros de más edad, esta prueba.

Lámina 131

El dibujo de este pequeño de 3 años da un paso más en la representación de la simetría, que podemos observar que ha ejecutado con cierta habilidad.

Para ello, siguió un esquema muy sencillo: utilizando dos ceras, de color amarillo para las alas superiores y azul para las inferiores, relleno cada ala con líneas rectas paralelas, ligeramente inclinadas y simétricas mediante el eje vertical que coincidiría con el cuerpo de la mariposa.

Podemos concluir que, a pesar de su corta edad, ha resuelto el ejercicio con gran corrección.

Lámina 132

En este trabajo, correspondiente a un niño de 4 años, vemos que ha conseguido plasmar la noción de simetría con bastante acierto.

Así, comprobamos que en la parte superior ha representado una serie de figuras ovaladas, que, si bien no tienen correspondencia una a una las de un lado con las del otro, puesto que en el lado izquierdo traza ocho y en el derecho solamente cinco, mantienen una inclinación siguiendo el eje del ala, desde un extremo hacia el otro, lo que les otorga una cierta simetría.

En la parte inferior ha utilizado otro recurso: con varios colores, ha trazado líneas rectas perpendiculares al eje de cada ala, rellenándolas por completo, por lo que el efecto que produce es el de simetría.

Lámina 133

Un avance más podemos observar en este trabajo de una niña de 4 años, que ha representado con gran corrección su noción de simetría.

Ha seguido el mismo esquema en las cuatro alas de la mariposa: con una cera de color rosa, ha alternado líneas rectas perpendiculares al eje de cada ala, y puntos

situados sobre ese eje imaginario. El resultado es una figura de gran atractivo y equilibrio que representa correctamente el tema planteado.

Lámina 134

Este niño de 5 años ha conseguido dar una respuesta totalmente satisfactoria al tema planteado, representando la simetría con clara corrección y con elementos originales inventados por él.

Como si el tema para decorar la mariposa fuese “los astros del cielo”, dibuja, en las alas de la misma, estrellas, soles, lunas y dos corazones. En la parte superior traza en cada ala, desde el extremo hacia el interior, una estrella, un corazón y una estrella fugaz que consigue orientar correctamente para que sean simétricas una a la otra. En la parte inferior dibuja, también siguiendo el eje de cada ala, un sol y una luna, aunque estas últimas no consigue orientarlas correctamente para que sean simétricas.

Lámina 135

Nos encontramos ante la respuesta dada por un niño de 5 años, que ha sabido responder con gran precisión y acierto al tema planteado.

Con un lápiz de grafito, ha seguido el mismo esquema en cada ala, dibujando dos líneas paralelas, con un pequeño círculo en cada extremo, y una forma de estrella en el extremo de las paralelas que se encuentra en el interior. El resultado es armonioso, consiguiendo representar la simetría con respecto a ambos ejes, tanto el horizontal como el vertical.

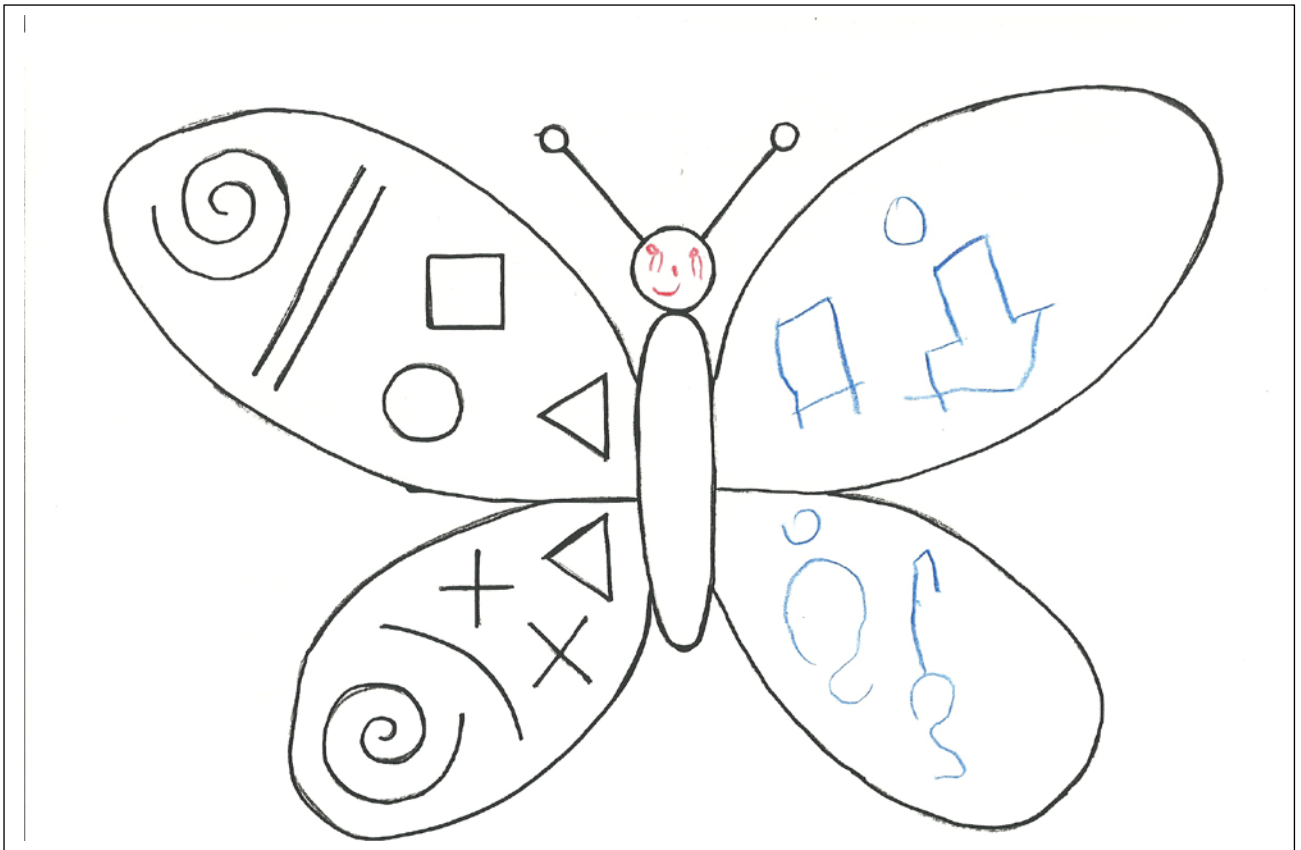


Lámina 126– Tema: LA MARIPOSA Autor/a: Niña de 4 años

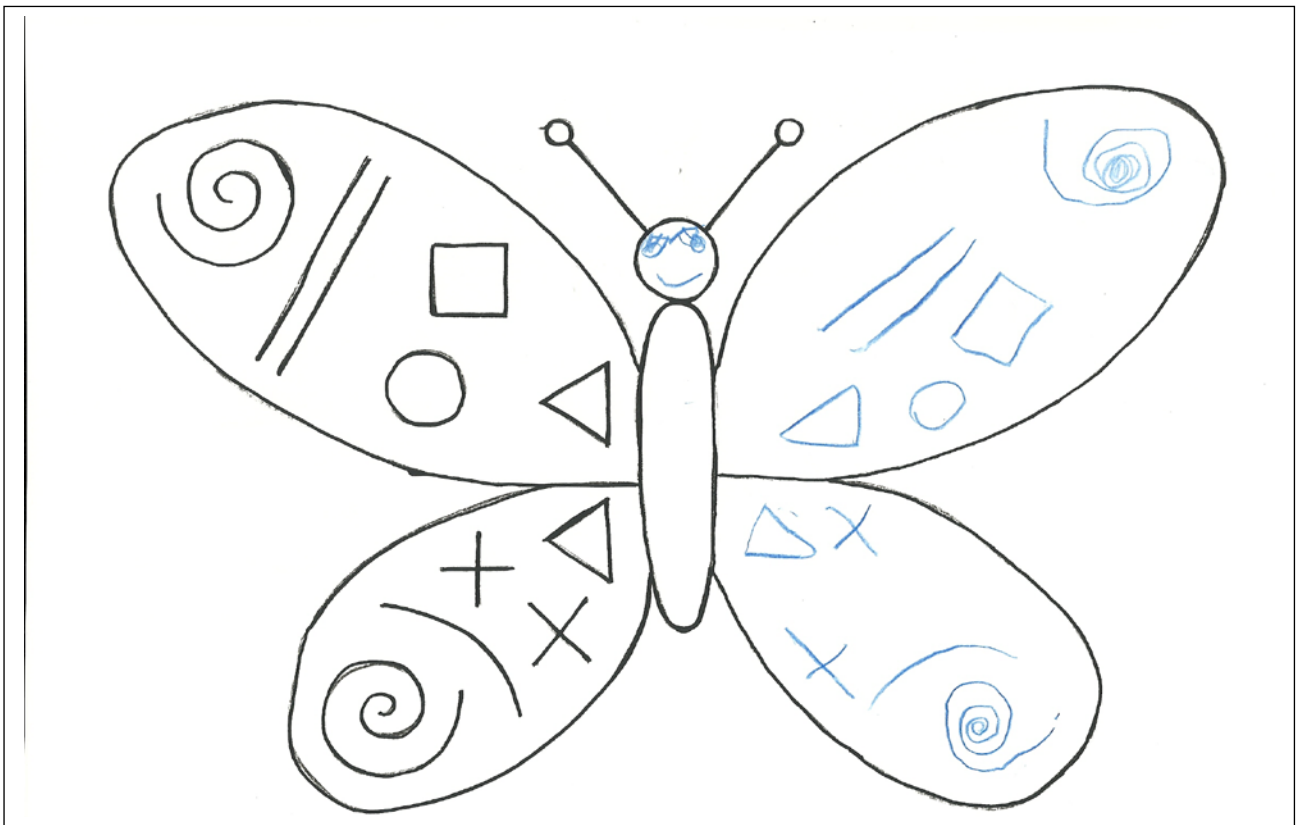


Lámina 127– Tema: LA MARIPOSA Autor/a: Niño de 4 años

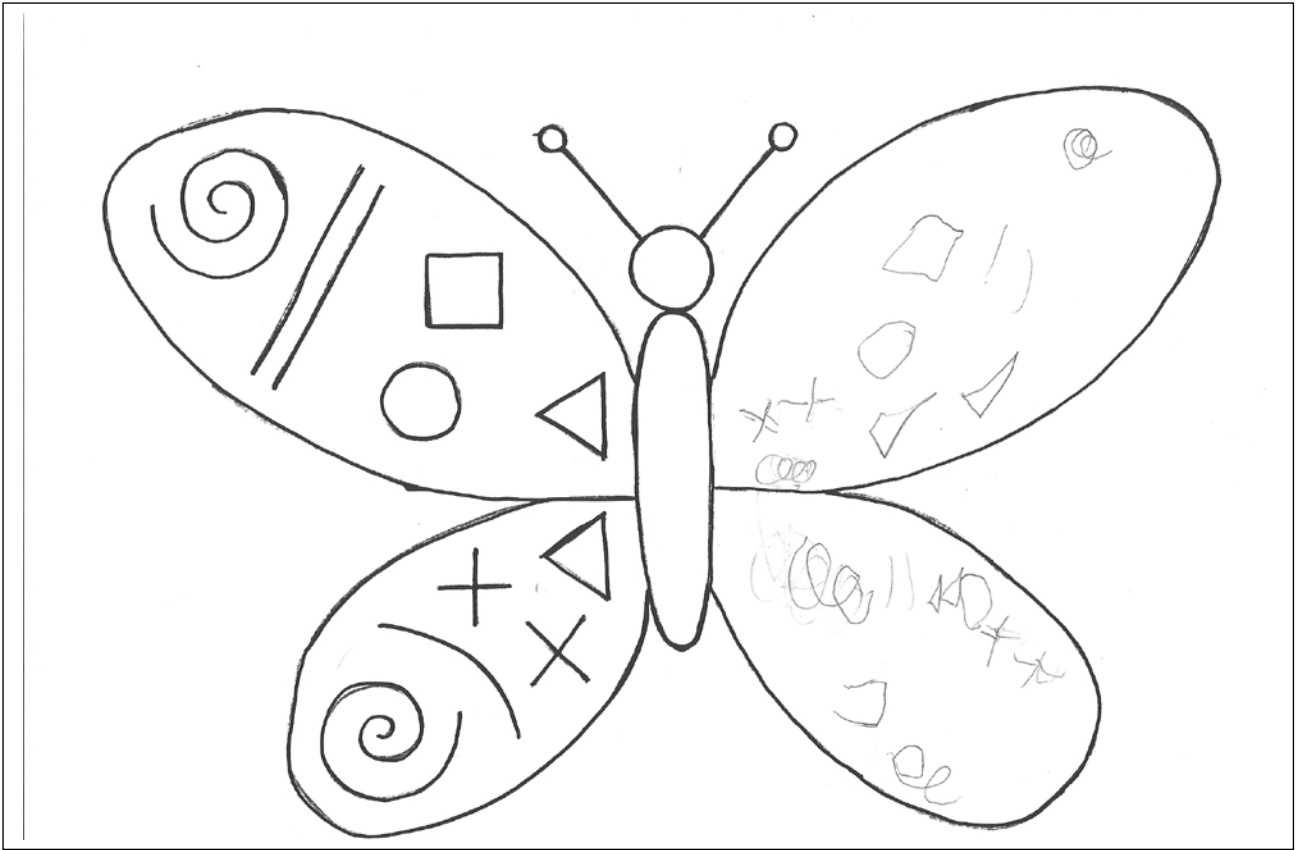


Lámina 128- Tema: LA MARIPOSA Autor/a: Niño de 5 años

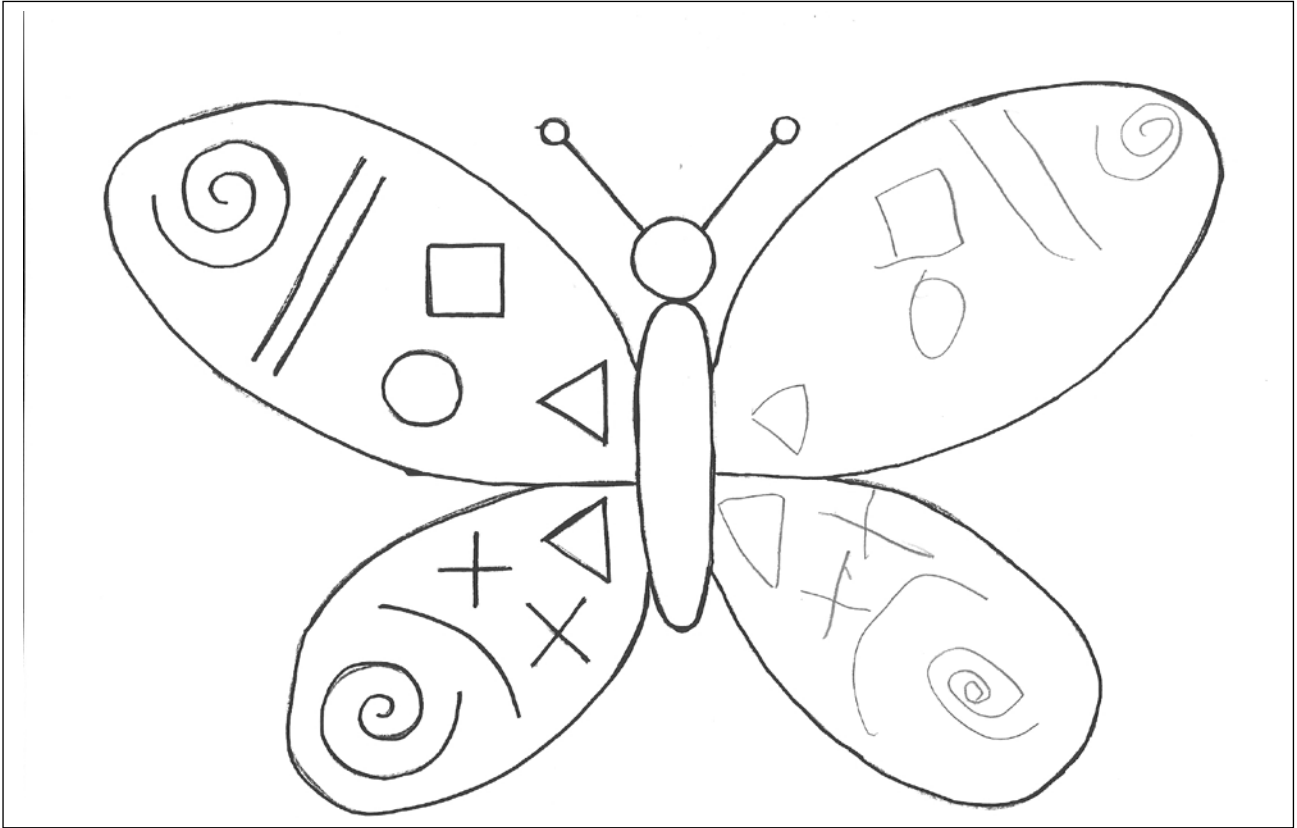


Lámina 129- Tema: LA MARIPOSA Autor/a: Niño de 5 años



Lámina 130– Tema: LA MARIPOSA Autor/a: Niña de 3 años

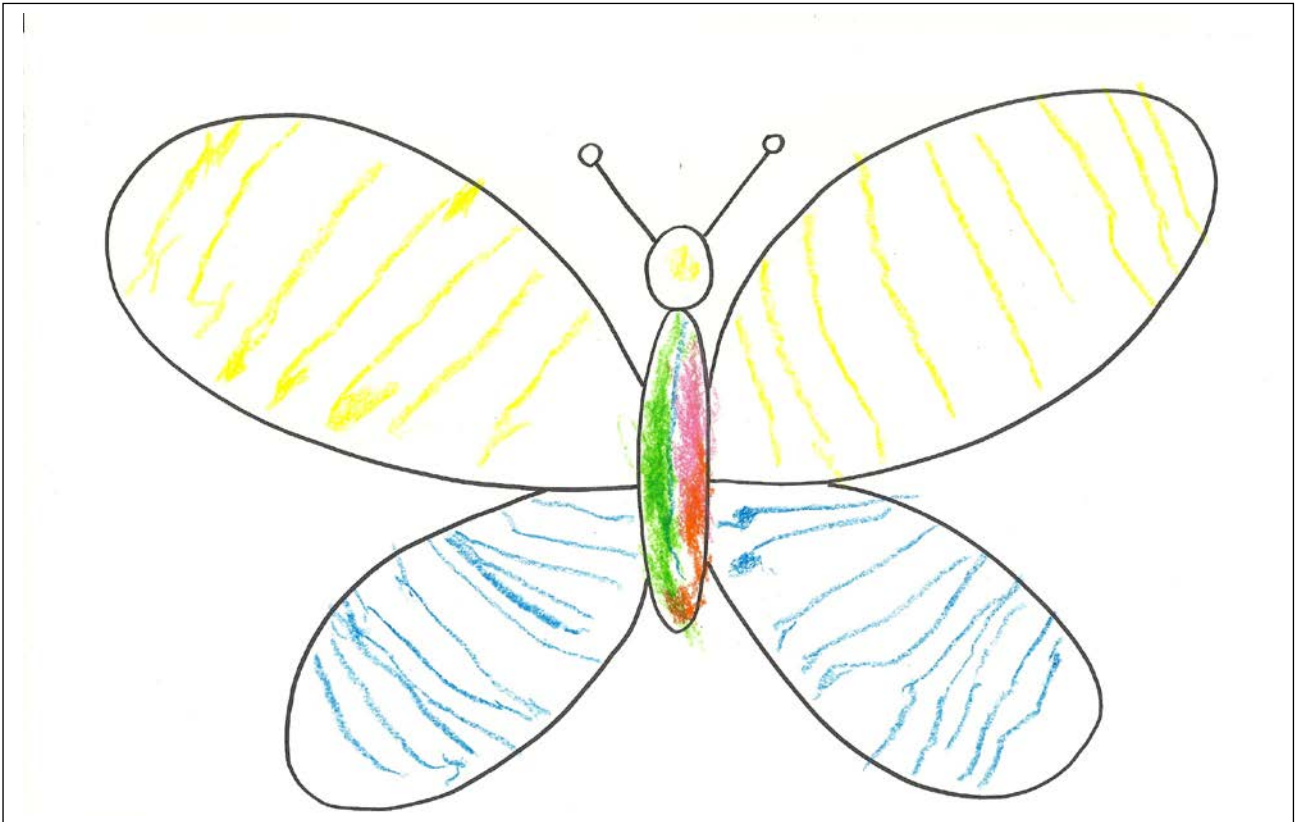


Lámina 131– Tema: LA MARIPOSA Autor/a: Niño de 3 años



Lámina 132– Tema: LA MARIPOSA Autor/a: Niño de 4 años

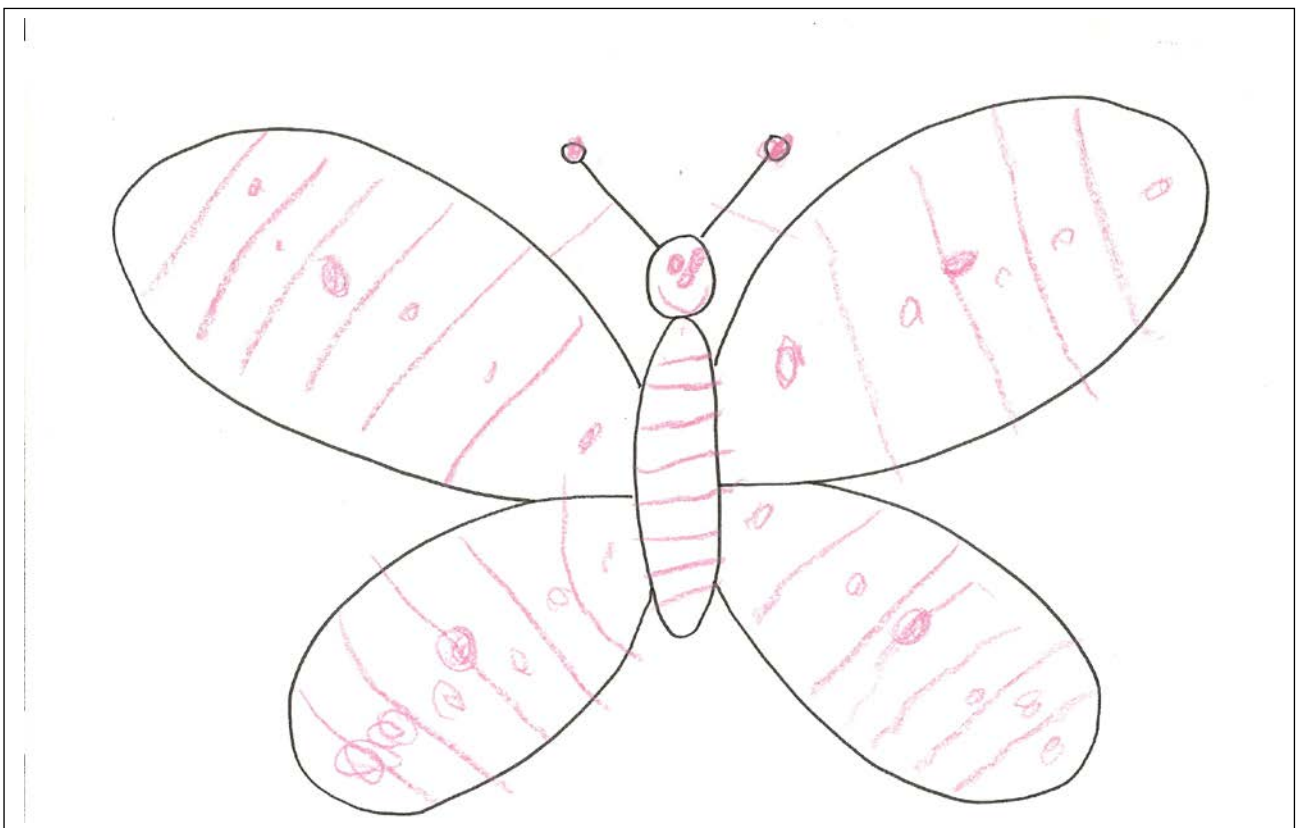


Lámina 133– Tema: LA MARIPOSA Autor/a: Niña de 4 años

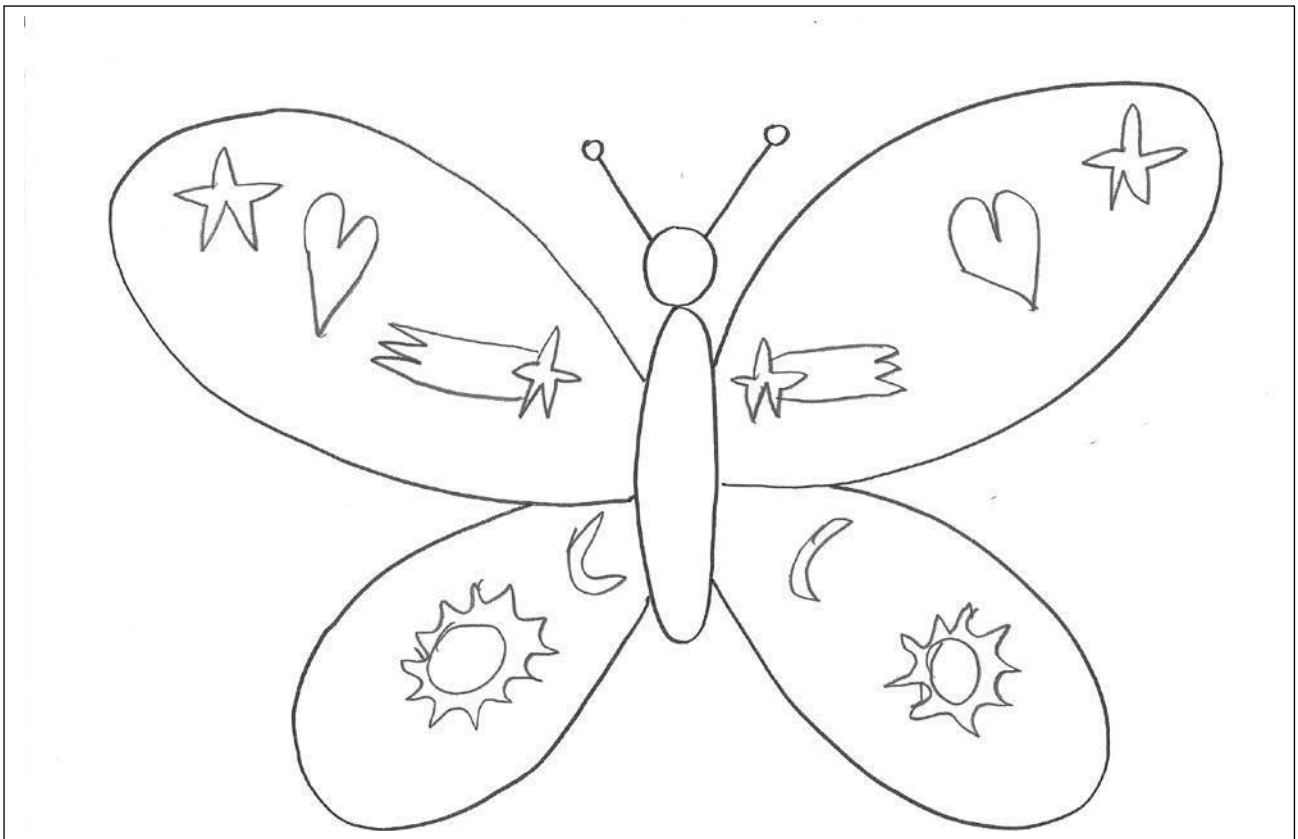


Lámina 134– Tema: LA MARIPOSA Autor/a: Niño de 5 años

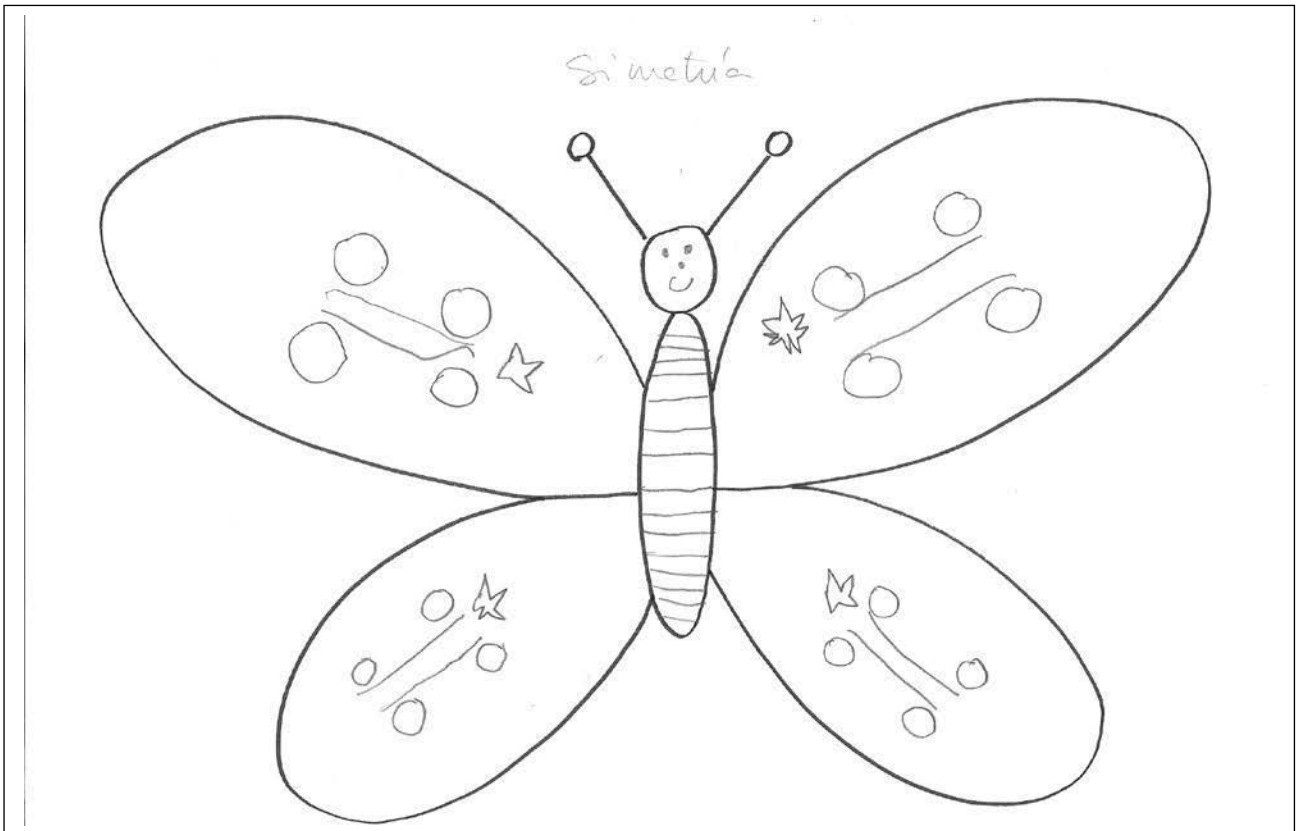


Lámina 135– Tema: LA MARIPOSA Autor/a: Niño de 5 años

10.17. Prueba 19: La antena

Presentación

Como se ha señalado, el concepto de paralelismo es difícil de adquirir por los niños pequeños debido principalmente a que la línea recta es infinita y, en principio, no son capaces de captar una idea tan abstracta como es la infinitud. Además, sus capacidades lógicas están muy pegadas a la realidad material y poco preparada para la abstracción, lo que determina que no sean capaces de trazar una serie de paralelas.

Con esta prueba queríamos conocer las ideas intuitivas que tienen nuestros alumnos sobre este tema, para lo que se les presentó fotocopiados en un folio los edificios de una ciudad, uno de los cuales tenía una antena formada por una línea vertical con tres líneas paralelas entre sí, que ellos debían dibujar en otro de los edificios.

Lámina 136

Nos encontramos ante el trabajo de una niña de 4 años que ha resuelto bastante correctamente la representación del paralelismo.

Para ello, en el tejado de la otra casa ha trazado una línea vertical y, sobre ella, ha dibujado cinco líneas rectas perpendiculares a la primera y paralelas entre sí. Aunque no presentan la misma orientación que el ejemplo que se le planteaba, podemos concluir que esta pequeña es capaz de representar con corrección la idea de paralelismo.

Lámina 137

En este dibujo de un niño de 4 años comprobamos que ha representado la antena en otro de los edificios de acuerdo con el modelo propuesto, manteniendo el paralelismo entre las distintas líneas, y una cierta inclinación como el caso que le servía de ejemplo.

Destacar, que al igual que en el caso anterior, este pequeño ha decorado las ventanas de las distintas viviendas con elementos inventados por él. Además, ha buscado una solución original y ha dibujado otra antena en el otro tejado que quedaba libre, con unos trazados totalmente nuevos.

Lámina 138

La respuesta gráfica dada por este niño de 5 años es diferente a las anteriores, y supone un ligero retroceso, ya que al representar el eje de la antena, no ha sido capaz de mantener la perpendicularidad con respecto a la línea de base, representándola con una

cierta inclinación. Las otras líneas que ha trazado, si guardan el paralelismo exigido en esta prueba.

Lámina 139

Esta solución, presentada por una niña de 5 años, se adecua bastante bien con el objetivo que perseguíamos. Traza una línea recta vertical, que es atravesada por tres líneas paralelas, ligeramente inclinadas, imitando con gran corrección el modelo propuesto.

Podemos concluir por los resultados obtenidos que, en general, han sido capaces de representar con bastante corrección el paralelismo en esta prueba.

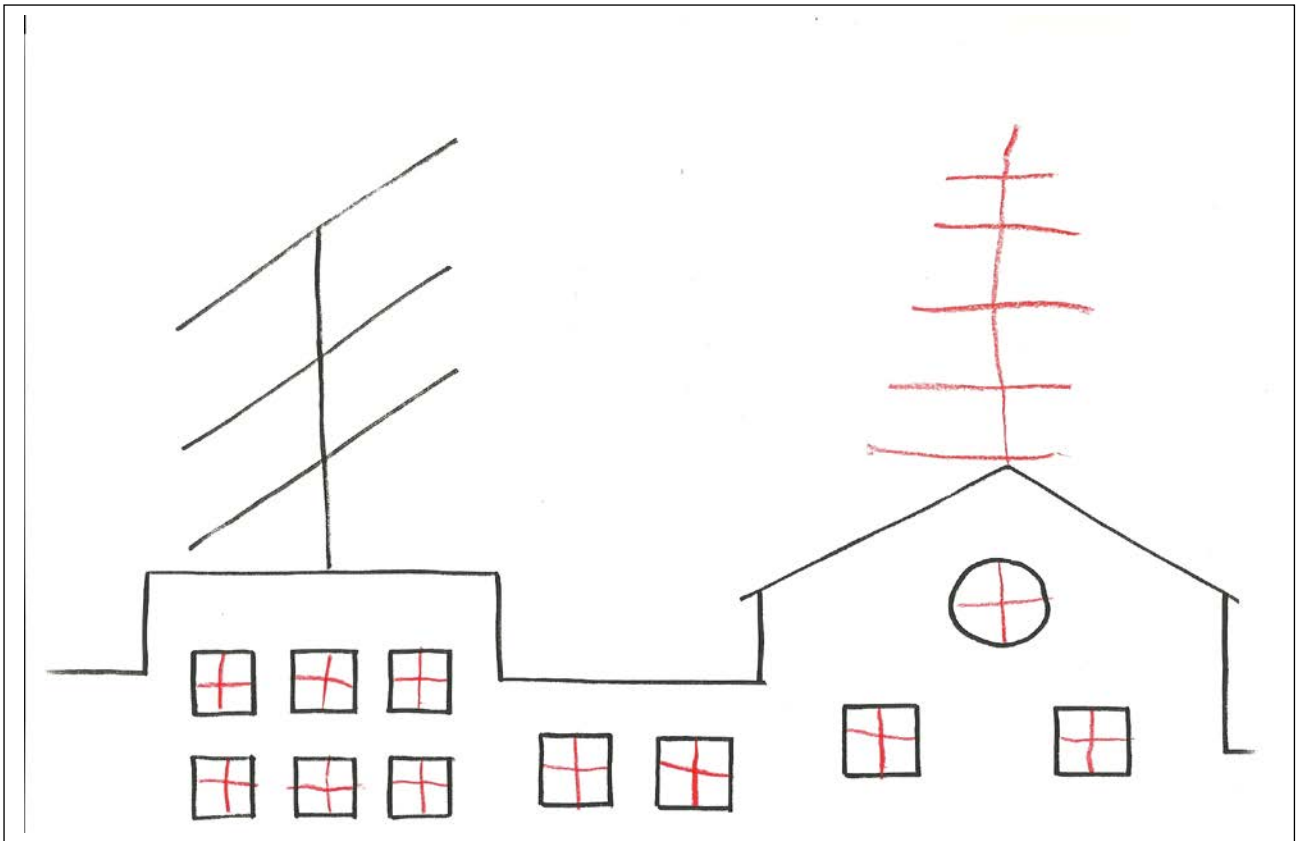


Lámina 136– Tema: LA ANTENA Autor/a: Niña de 4 años

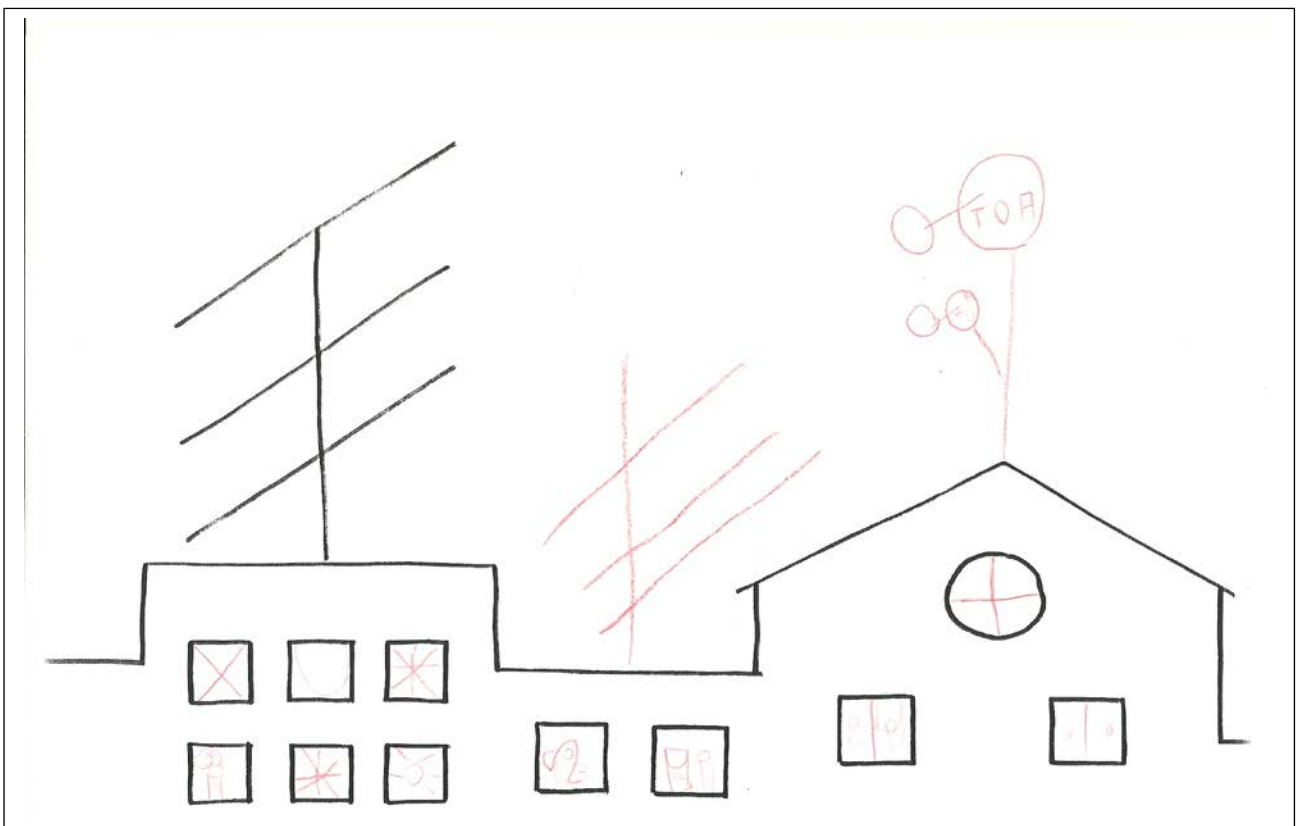


Lámina 137– Tema: LA ANTENA Autor/a: Niño de 4 años

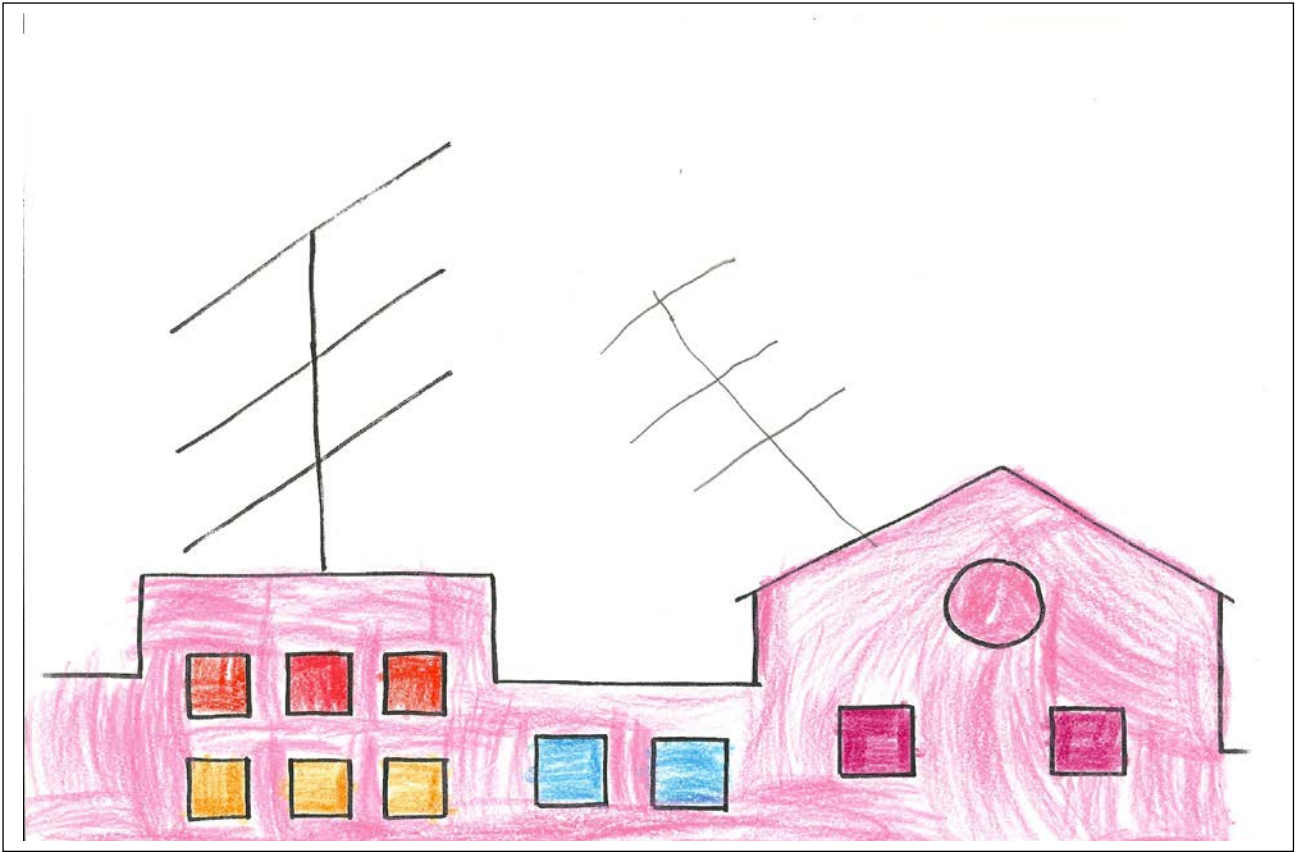


Lámina 138– Tema: LA ANTENA Autor/a: Niño de 5 años

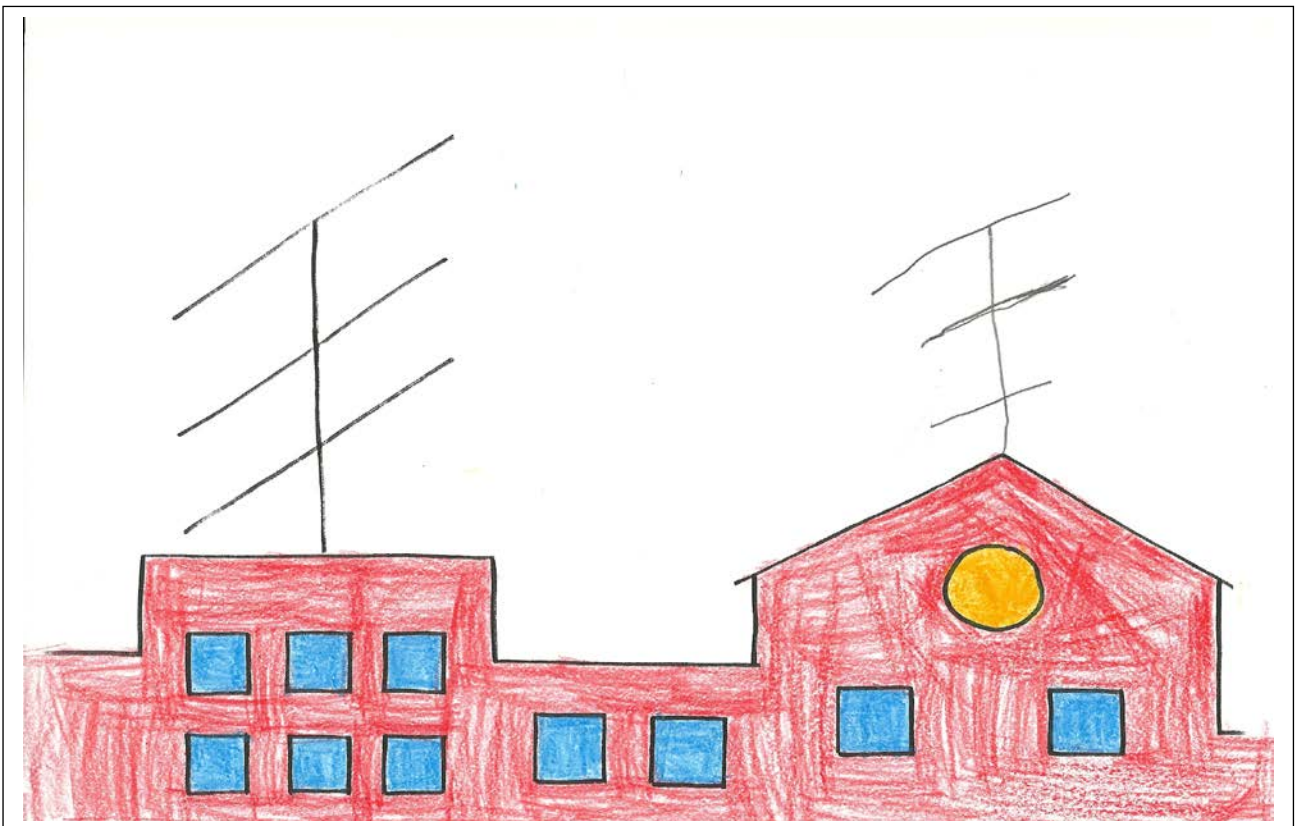


Lámina 139– Tema: LA ANTENA Autor/a: Niña de 5 años

10.18. Prueba 20: Relación forma-figura

Presentación

Nos encontramos con ante una prueba de carácter eminentemente cualitativo, puesto que a los sujetos de la investigación se les propone que a partir de cuatro formas geométricas, el cuadrado, rectángulo, círculo y triángulo, realicen el dibujo que más les guste. Los pequeños debían hacer debajo de cada forma una reproducción de la figura para, a partir de ella, elaborar un dibujo.

Puesto que es una prueba abierta, seleccionaron temáticas muy diversas, aunque había una serie de temas, como el triángulo y la casa, o el círculo y el rostro de la figura humana, que se repetían con frecuencia.

Con esta prueba queríamos examinar cómo se enfrentan los niños al dibujo de formas geométricas, así como conocer cuáles son los dibujos que los escolares de Educación Infantil asocian con las figuras geométricas

Lámina 140

Nos encontramos ante un trabajo realizado por un niño de 4 años. Observando el resultado obtenido, consideramos que no ha logrado los objetivos propuestos, puesto que ha empleado un enorme agregado de grafismos geométricos para realizar los distintos dibujos. Ha copiado las cuatro figuras propuestas y las ha unido mediante líneas rectas, curvas y quebradas en diente de sierra, obteniendo una forma que parece un puzzle en el que las piezas están perfectamente encajadas.

En la parte inferior, ha trazado un renacuajo muy primario para representar una figura humana. Para ello, este autor ha acudido a las formas más elementales como son un círculo, del que salen en la parte inferior dos rayitas para aludir al resto del cuerpo, y otros dos círculos de menor tamaño incluidos en el primero para representar los ojos.

Lámina 141

Esta lámina pertenece a un niño de 4 años. En ella, podemos encontrar una respuesta gráfica muy distinta a la anterior, puesto que su autor ha respondido correctamente a los objetivos planteados.

Comienza reproduciendo el cuadrado, dibujando un “cuadro” y, dentro de él, una escena del campo con una casa. A continuación, copia el rectángulo y hace una “foto” de tres personas, que representa mediante renacuajos muy simples realizados con círculos para la cabeza y dos líneas rectas para el cuerpo. El tercer elemento, el círculo,

lo utiliza para dibujar un “payaso”, con una gran cara en la que traza los ojos, la boca y una gran nariz con otro círculo. El triángulo lo utiliza para crear “un instrumento de música” que ellos suelen utilizar en clase.

Cuando ha terminado, decide volver a dibujarlos, y así, debajo de cada uno, vuelve a trazarlos, por lo que podemos encontrar otros dos “cuadros” con dibujos de casas en su interior, dos “fotos” más con las caras sonrientes de tres personajes, otro “payaso” debajo del primero y, por último, un nuevo “instrumento musical” bajo el anterior.

Lámina 142

Trabajo de una niña de 4 años con varias figuras. En primer lugar, reproduce el cuadrado y a partir de él construye un “robot”, utilizando para ello un pequeño rectángulo, que representa la cabeza, con dos círculos en su interior para los ojos. Para los brazos emplea pequeñas líneas curvadas y epicicloides, siendo las piernas rectángulos y cuadrados.

La segunda figura le sirve a esta pequeña para hacer una “casa”. Para realizarla copia el rectángulo, aunque mucho más corto que el modelo propuesto, y sobre él sitúa el tejado con un trapecio. Con el tercer elemento dibuja una “pelota”, que es decorada con una cruz en su interior. Por último, con el triángulo representa una de las figuras más repetidas por los pequeños de 4 y 5 años en esta prueba, como es una “casa”, que elabora con un tejado en forma de triángulo y un rectángulo alargado que sirve de fachada, en la que incluye una puerta rectangular con un punto en su interior y seis ventanas con cuadrados con una cruz en sus interiores.

Lámina 143

Trabajo de un niño de 4 años, que también ha resuelto correctamente la prueba planteada. Comienza con el dibujo del cuadrado, a partir del cual hace la cabeza de un “robot”, dentro realiza los ojos con dos círculos con un punto en su interior; la boca es un rectángulo alargado atravesado verticalmente por cuatro pequeñas líneas rectas que dan la apariencia de dientes, y sobre la cabeza dibuja una antena con una línea recta terminada en tres rayitas.

Con el rectángulo elabora una “señal” de las que podemos encontrar en las carreteras para indicarnos un camino. Dibujó la figura, y dentro de ella escribió las letras ASARA, el posible destino. En uno de los extremos del rectángulo trazó un triángulo para indicar la dirección a seguir, al tiempo que toda la figura se apoya en otro rectángulo alargado situado verticalmente. A partir del círculo hace un “balón”, que decora con un punto en

su interior del que parten una serie de radios y, por último, utiliza el triángulo para representar el “tejado” de una casa, que completa con una fachada diseñada con un rectángulo, ventanas con forma circular y cuadrangular, una puerta con una forma redondeada, una antena, chimenea y un camino de entrada a la casa con apariencia de escalera.

Lámina 144

En este dibujo de una niña de 5 años, su autora comienza repitiendo las cuatro figuras que se le proponen dibujándolas cada una debajo del modelo con un tamaño muy parecido al propuesto. A continuación, las vuelve a copiar en otra fila, y hace un dibujo con cada una de ellas.

Con la primera, el cuadrado, representa la “cabeza” de un pollito a la que añade un ojo y un pico con una forma circular; el resto del animal es una forma circular cerrada de la que salen dos patas con dos líneas verticales terminadas en tres pequeñas rayitas, un barrido de pequeño tamaño para un ala y un círculo para la cola. El rectángulo le sirve para dibujar una “ventana”, añadiéndole una cruz en su interior. Con el círculo hace un “sol” al que añade una gran cantidad de rayos mediante líneas rectas. Por último, con el triángulo elabora el “tejado” de una gran casa con doble fachada, una puerta y muchas ventanas mediante círculos y cuadrados; también representa una chimenea con humo, una flor y un árbol, y una carretera sobre la que se asienta el conjunto.

Lámina 145

Esta lámina, perteneciente a una niña de 5 años, vemos en ella, al igual que en las anteriores, la gran diversidad de soluciones que los niños crean a partir de estas cuatro formas geométricas.

Comenzó copiando el cuadrado, a partir del cual dibujó una “taza”; para hacerlo, añadió un asa en uno de los laterales mediante dos medias circunferencias; trazó una flor dentro del cuadrado y añadió unas pequeñas líneas onduladas sobre el cuadrado que representan el vapor del líquido que hay en la taza. Con el rectángulo representó la “fachada” de una casa, a la que añadió un triángulo como tejado, varios cuadrados con cruces en su interior para las ventanas, una puerta con una forma rectangular y una línea quebrada para el suelo.

El círculo sirvió para hacer una “cara”, en la que incluyó dos círculos para los ojos; pequeñas líneas rectas para las pestañas, las cejas, la nariz y la boca; el pelo representado con barridos; y el cuello, mediante dos líneas rectas verticales que

terminan con un giro de 90° hacia afuera. Con el triángulo obtuvo un resultado curioso, puesto que lo utilizó para representar una “nariz” vista desde abajo, para lo que dibujó en ella dos puntos que representan los agujeros.

Lámina 146

Trabajo de otra niña de 5 años, que realizó cuatro dibujos a partir de las figuras propuestas. En el primero, utiliza el cuadrado para dibujar tanto la “cabeza” como el “cuerpo” de un hombre. En primer lugar, hizo la cabeza a la que añadió el pelo con barridos, unas orejas con formas redondeadas, ojos con círculos, una línea curvada para la nariz y otra recta para la boca. A continuación, y sin dibujar el cuello, hace otro cuadrado de tamaño semejante que representa el cuerpo, del que salen dos brazos terminados en manos con dedos. Las piernas las realiza con un grafismo secundario formado por un doble rectángulo unido, acabándolas con dos formas circulares para los pies.

Con el rectángulo elabora un “coche”, en el que aparecen dos ventanas con cuadrados, dos ruedas con círculos en los que incluye un punto central y varios radios, y al que añade en la parte delantera media forma circular. Con la tercera forma geométrica, el círculo, crea un “sol”, que es una de las formas más repetidas en este elemento, al que añade varios rayos hechos con líneas rectas y una cara sonriente con puntos y líneas curvadas.

Por último, dibuja una gran “casa” a partir del cuadrado, al que añade sendos rectángulos para las fachadas principal y lateral, una forma trapezoidal para el tejado lateral, ventanas con cuadrados y círculos con una cruz en su interior, dos puertas con formas rectangulares y circulares, y por último dos caminos, uno con muchas rayitas y otro delimitado por dos líneas casi paralelas.

Lámina 147

La última lámina de esta prueba corresponde a un niño de 5 años, que aporta algunas soluciones distintas a las que suelen representar los pequeños de estas edades.

Con la primera figura, el cuadrado, dibuja la cabeza de un “robot”, en la que hace la boca, nariz y ojos mediante puntos y líneas. También dibuja el cuello y el tronco con un grafismo secundario elaborado por él, dentro del cual incluye, como decoración, las cuatro formas geométricas que tenían que utilizar. Termina con los brazos y manos, y las piernas mediante un rectángulo acabadas con dos formas curvadas que representan los pies.

Para la segunda figura, el rectángulo, elabora un gran “barco” mediante dos rectángulos de diferente tamaño colocados horizontalmente uno sobre el otro, terminados con tres pequeños rectángulos en posición vertical que representan las chimeneas de las que sale humo. En el rectángulo inferior, dibuja olas mediante líneas quebradas y rectas; y en el superior, ventanas con círculos y una puerta con un cuadrado y un punto en su interior.

Con el círculo ha encontrado una solución ingeniosa, puesto que ha dibujado una “noria”. Para ello, trazó un punto interior del que parten diez radios que sobresalen a la circunferencia; en el extremo de cada uno, ha dibujado un pequeño rectángulo que simboliza la cabina en la que se montan las personas. Completa el dibujo con otros elementos como cuadrados y líneas rectas.

El último de los elementos, el triángulo, le sirve a este pequeño para hacer un “molino de viento”. En primer, lugar dibujó un gran rectángulo alargado que sirve como poste, el cuyo extremo superior unido con dos rayitas, hace el triángulo. Dentro de este, traza un punto del que parten varias líneas rectas que sobresalen a los bordes del triángulo, y que representan las aspas.

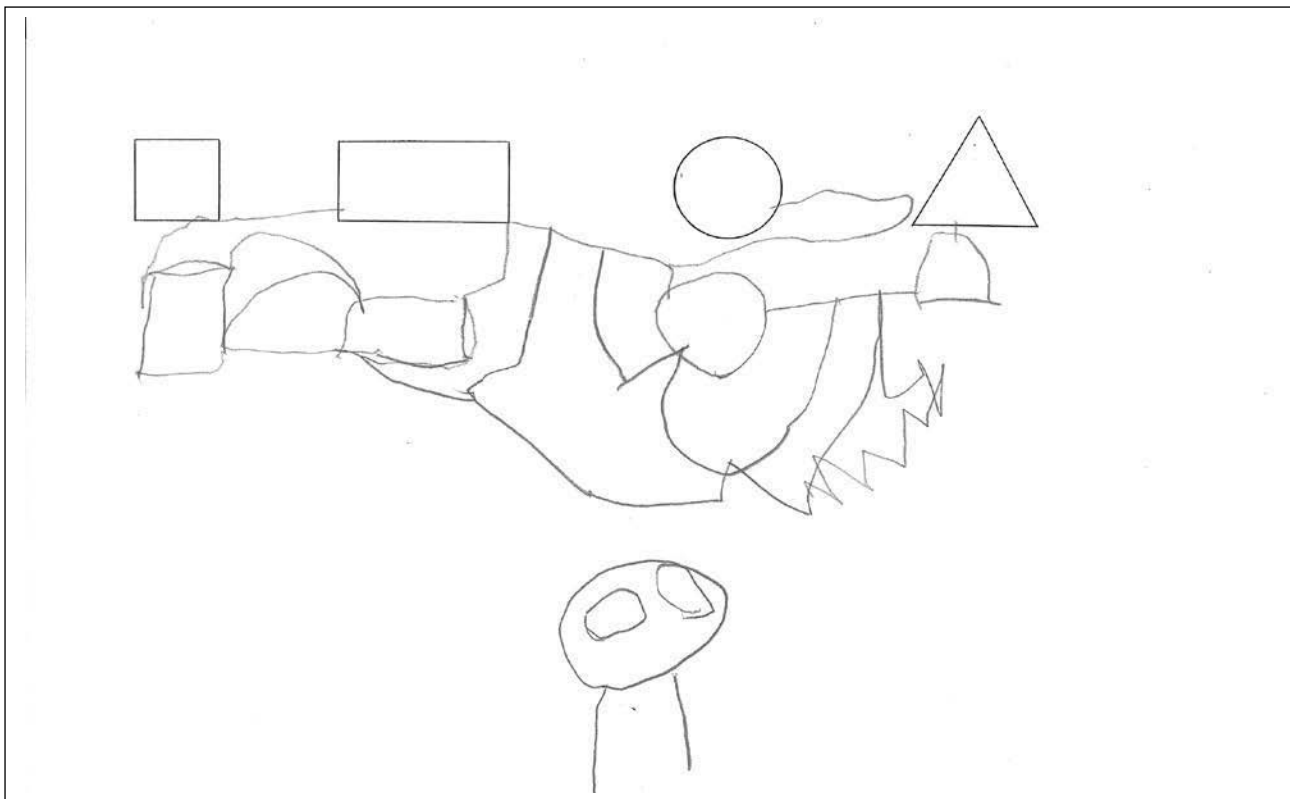


Lámina 140– Tema: RELACIÓN FORMA-FIGURA Autor/a: Niño de 4 años

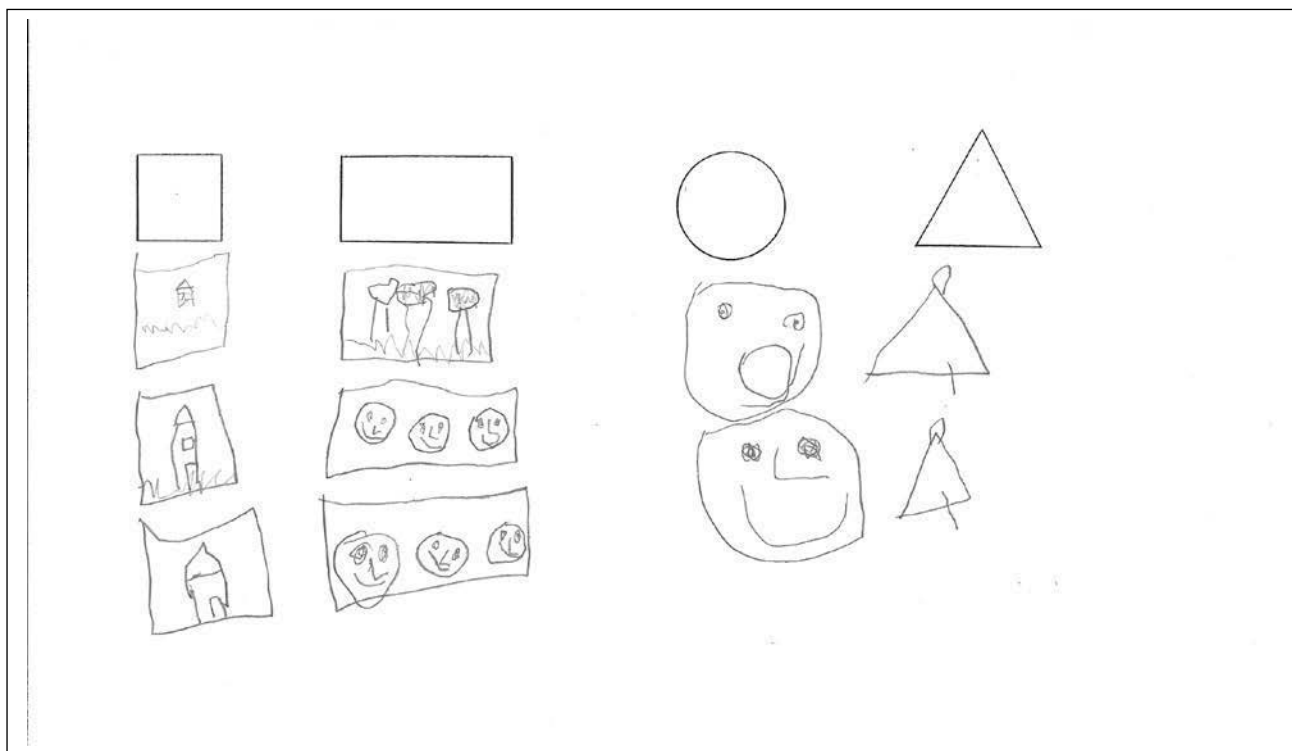


Lámina 141– Tema: RELACIÓN FORMA-FIGURA Autor/a: Niño de 4 años

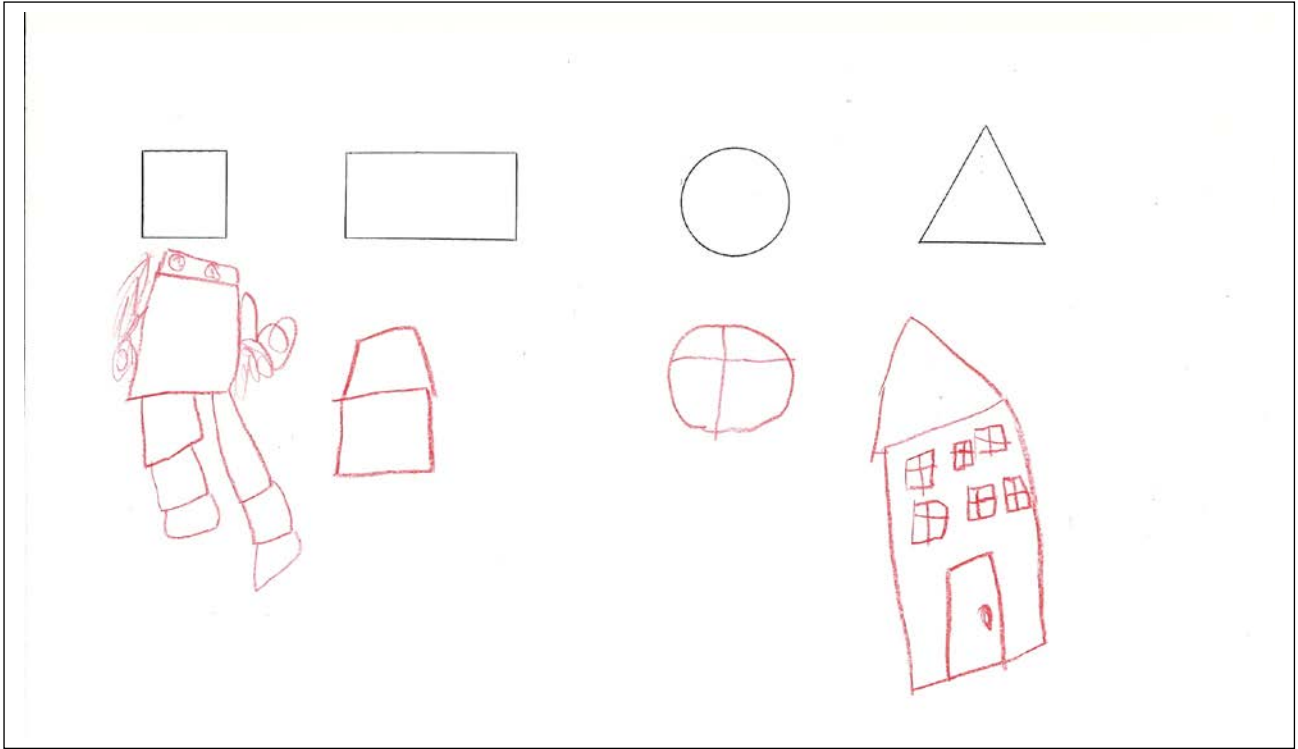


Lámina 142– Tema: RELACIÓN FORMA-FIGURA Autor/a: Niña de 4 años

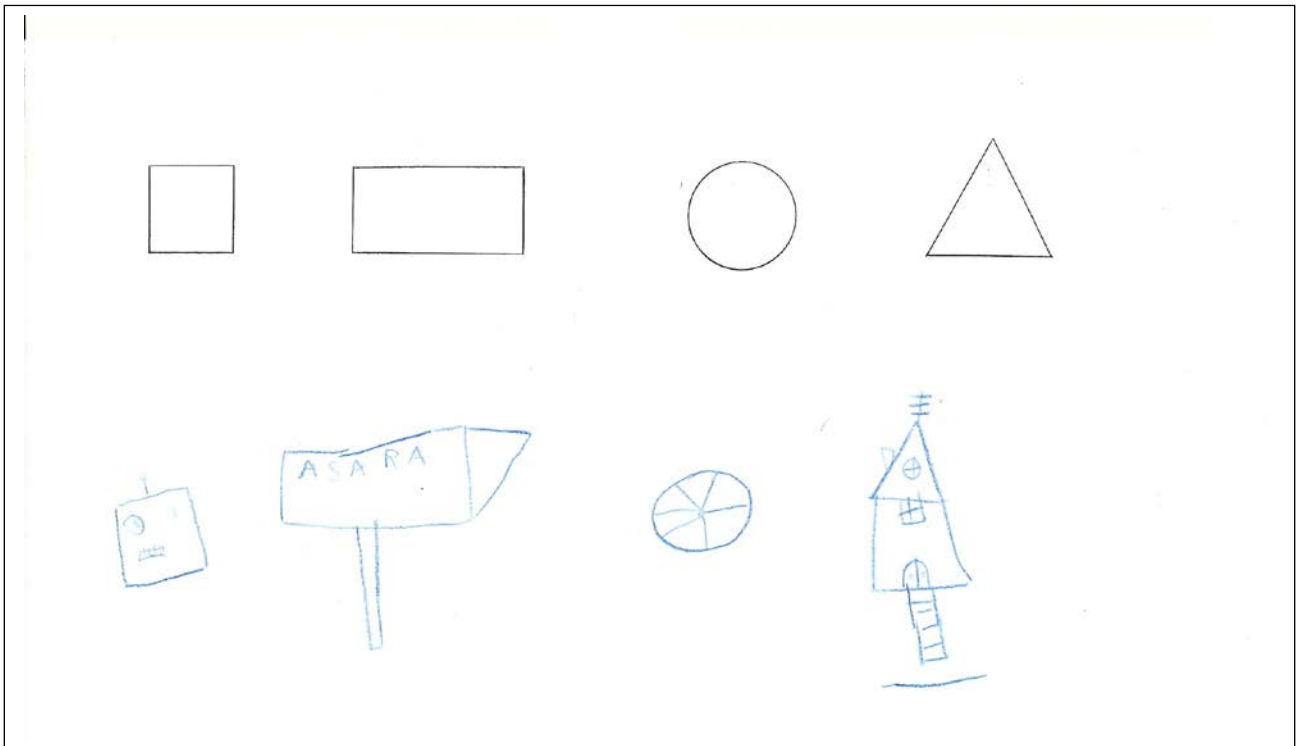


Lámina 143– Tema: RELACIÓN FORMA-FIGURA Autor/a: Niño de 4 años

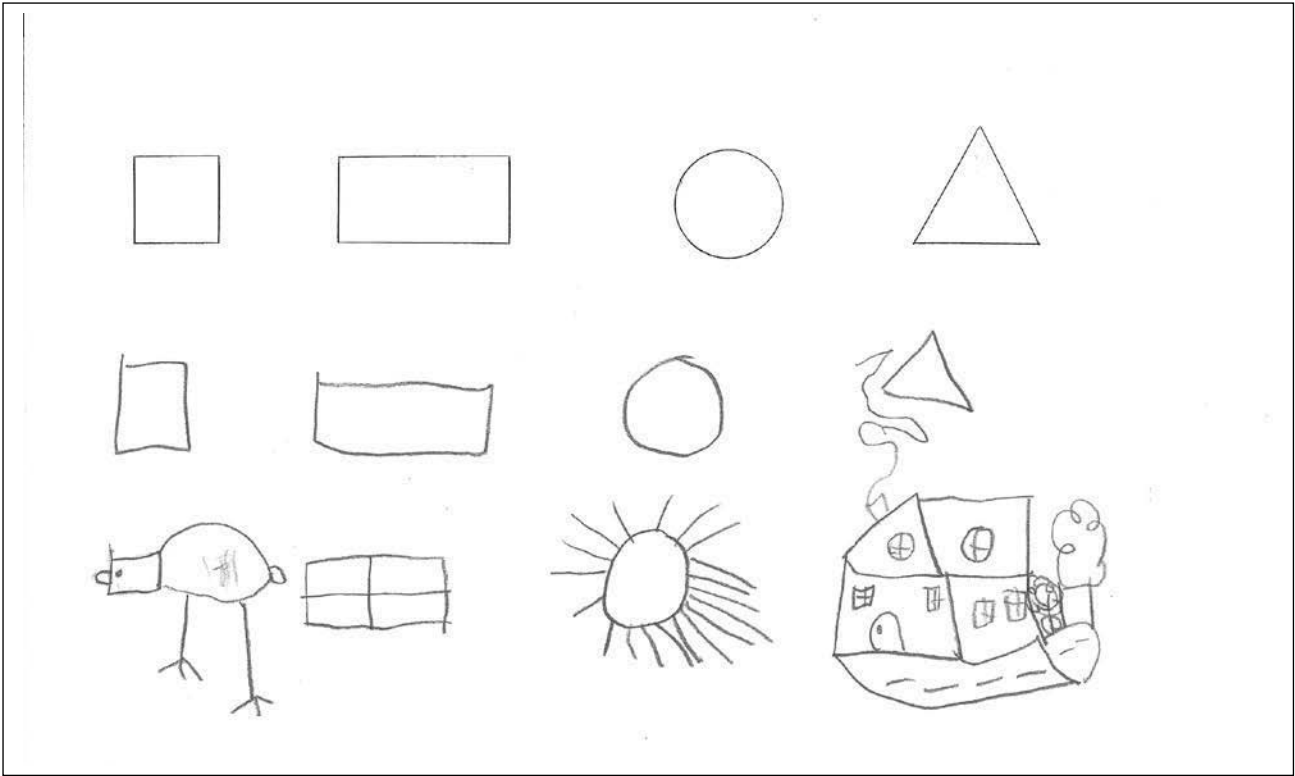


Lámina 144– Tema: RELACIÓN FORMA-FIGURA Autor/a: Niña de 5 años

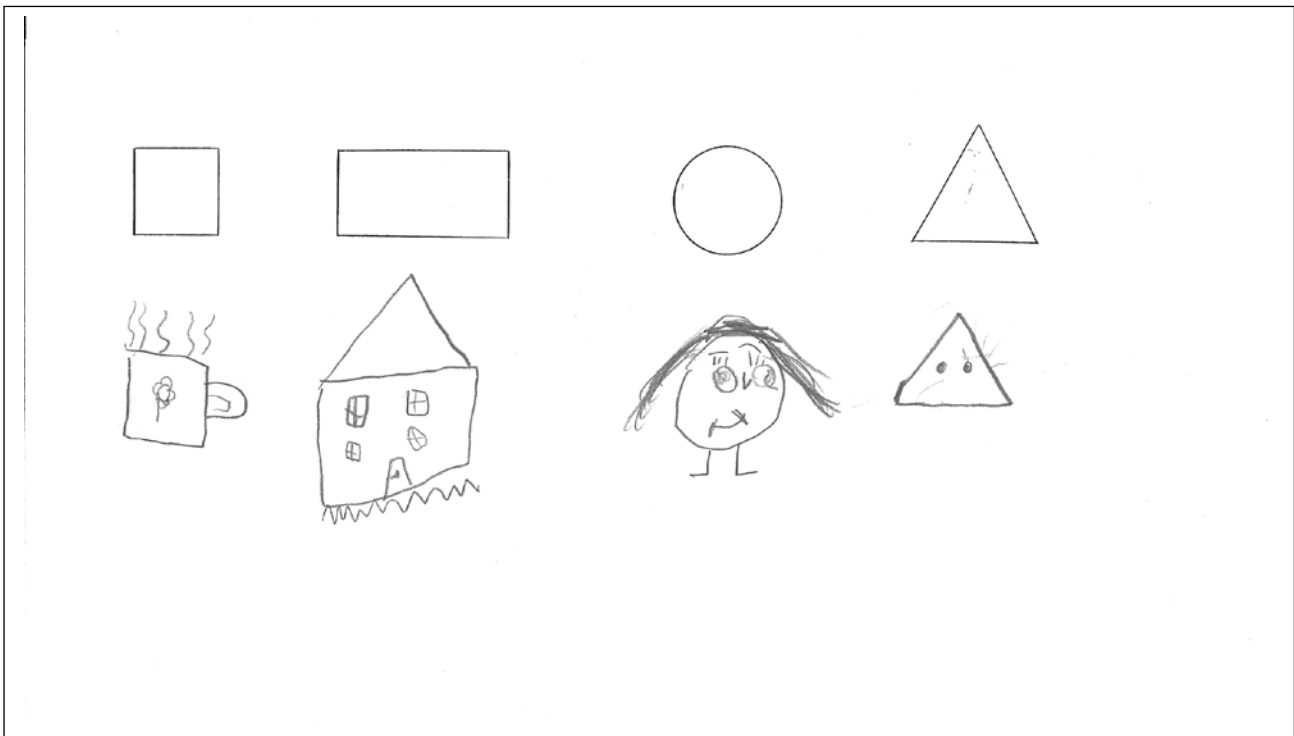


Lámina 145– Tema: RELACIÓN FORMA-FIGURA Autor/a: Niña de 5 años

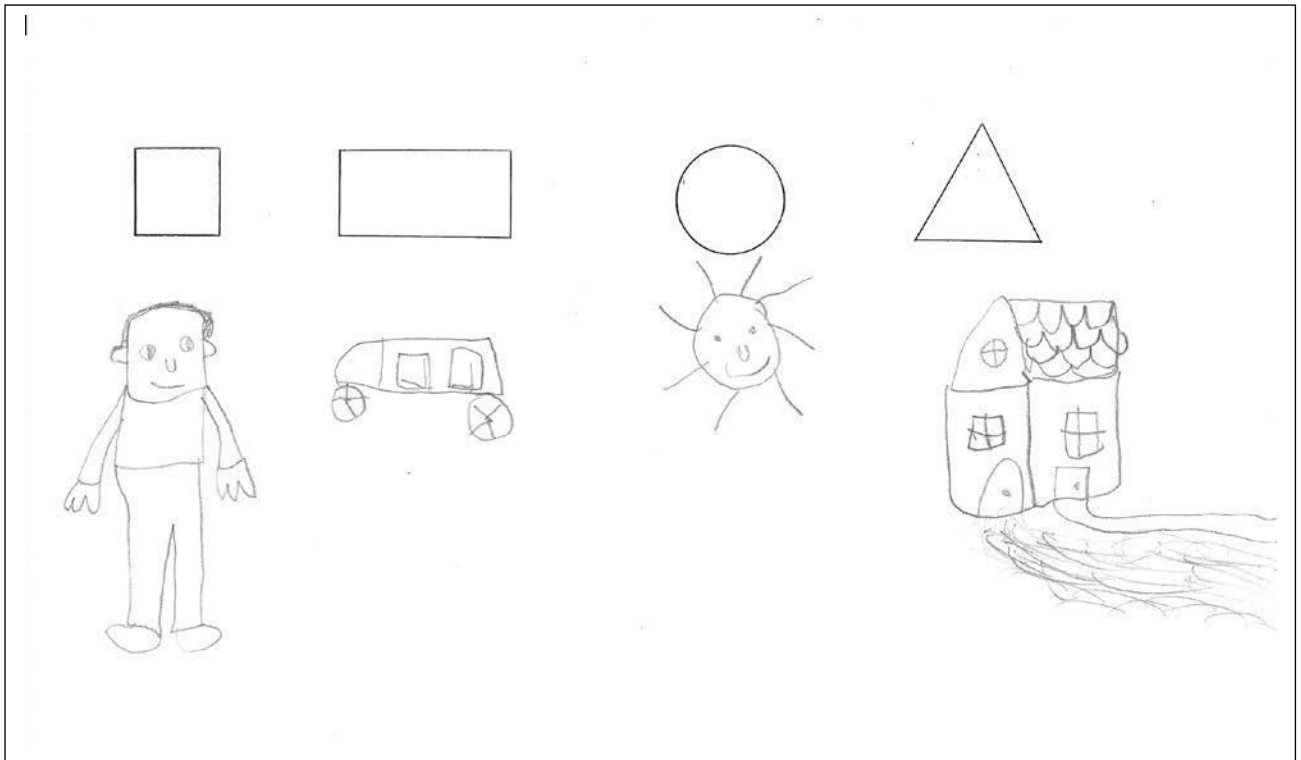


Lámina 146– Tema: RELACIÓN FORMA-FIGURA Autor/a: Niña de 5 años

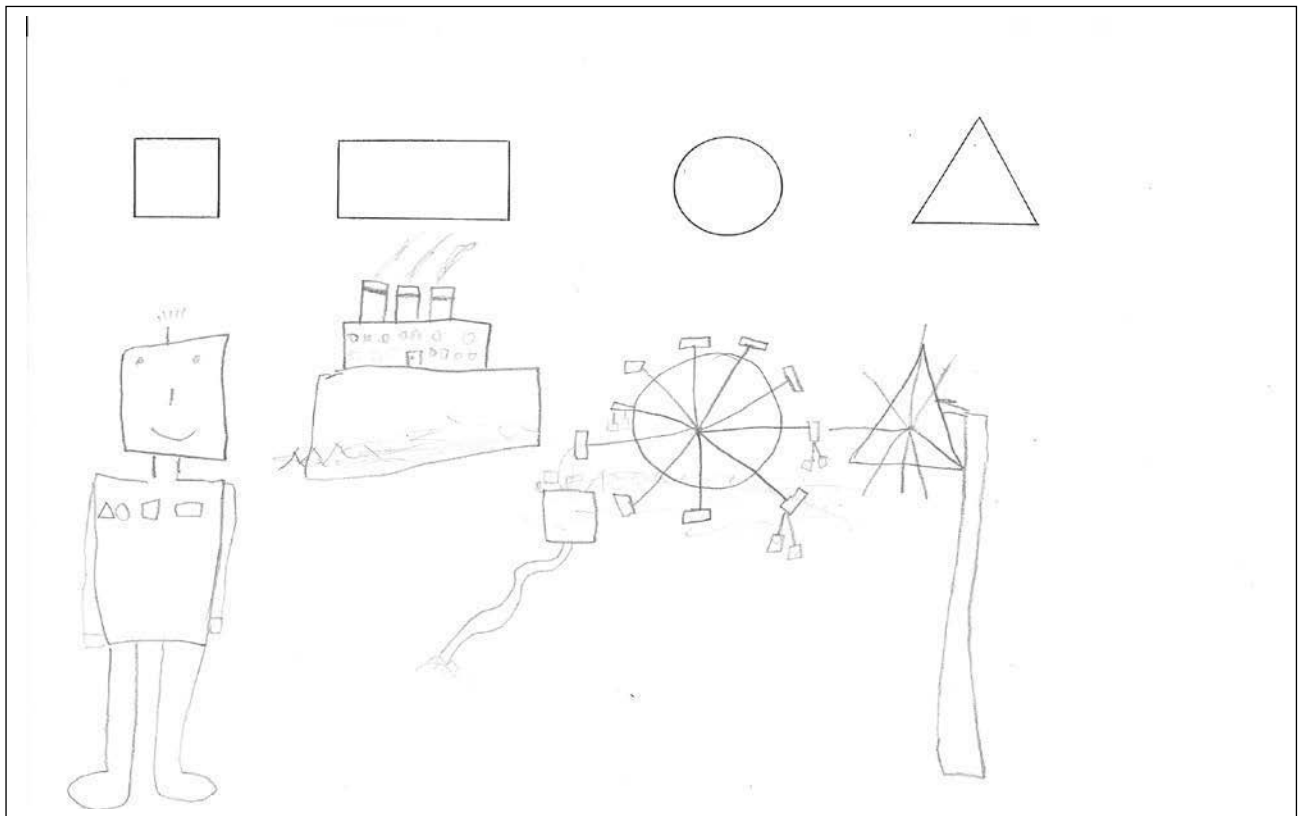


Lámina 147– Tema: RELACIÓN FORMA-FIGURA Autor/a: Niño de 5 años

10.19. Prueba 21: Formas tridimensionales

Presentación

La representación de la tridimensionalidad en un soporte bidimensional es uno de los problemas que tradicionalmente ha tenido que resolver el ser humano a lo largo de las diferentes culturas. Son variados los métodos empleados, entre los que cabe destacar la perspectiva, la superposición visual de las figuras o el desplazamiento hacia la parte superior del soporte en el que se realizan los dibujos, que al principio realizan con el mismo tamaño, y, posteriormente, aumentando el tamaño de las figuras más cercana.

El niño también buscará soluciones de tipo personal a esta dificultad, y lo hará en función de su nivel de desarrollo evolutivo, aportando innovaciones creadas por él mismo, aunque siempre influenciadas por la cultura en la que se encuentra inmerso, que le proporciona múltiples mensajes que le van a influir tanto en su modo de dibujar como en los cambios que se van a ir produciendo.

En esta prueba, propusimos a los pequeños una actividad para analizar cómo trasladan figuras en tres dimensiones a un soporte de bidimensional. Esta prueba se realizó en los tres cursos de Educación Infantil. Si bien fuimos conscientes de la dificultad que les supondría a los pequeños, especialmente a los de tres años, representar en una superficie bidimensional los objetos tridimensionales, pensamos que sería de gran interés analizar las posibles soluciones que aportaban.

Para realizarla, les enseñamos cuatro figuras geométricas: cilindro, cubo, pirámide y esfera, todas de color amarillo. Además tenían un tamaño parecido, de unos 15 cms. de aristas o diámetro, adecuado a los pequeños para que pudieran manipularlas con facilidad.

Lámina 148

Nos encontramos con la respuesta gráfica dada por un niño de 3 años ante el ejercicio en el que deben intentar dibujar cuatro figuras de tres dimensiones directamente de un modelo. A su edad, no se espera que puedan hacerlo con corrección, pero sí que, al menos, puedan hacer algún intento de mostrar la diferencia entre un sólido u otro, mostrando algún elemento diferenciador como puede ser la forma de alguna cara.

Para elaborar el primero de los cuerpos geométricos que debían representar, el cilindro, hizo una línea recta inclinada; con el cubo dibujó un cuadrado; para la pirámide hizo dos intentos de dos figuras alargadas, la segunda de las cuales se asemeja

a un triángulo; por último, para dibujar la esfera, hizo una forma circular. Este pequeño completa su dibujo con varias líneas curvadas, y en zig-zag.

Lámina 149

Un paso más adelante en las respuestas gráficas a esta prueba, lo encontramos en esta lámina de un niño de 3 años. Para representar cada una de las figuras ha utilizado uno de sus elementos característicos, de modo que se puede apreciar la diferencia entre ellas, puesto que muestra alguna de las caras que las identifican.

De este modo, representa el cilindro mediante un círculo, que se identifica con las caras superior e inferior; el cubo es trazado mediante una de sus caras de forma cuadrada; la pirámide mediante un triángulo y, por último, la esfera a través de otro círculo.

Lámina 150

La respuesta gráfica dada por esta niña de 4 años es muy parecida a la anterior, puesto que también utiliza algunas de las caras de cada figura geométrica para identificarla con ella.

Para el cilindro utiliza un gran rectángulo que sitúa en el centro de la lámina. El cubo es representado por un cuadrado en la parte derecha de la lámina, y la pirámide con un triángulo en la parte izquierda. Por último, con un pequeño círculo situado sobre el triángulo, seguramente por falta de espacio, representa la esfera.

Lámina 151

Esta lámina de un niño de 4 años supone una pequeña mejora más, puesto que hace un intento de representar las tres dimensiones en la primera de las figuras, el cilindro. Para ello, traza un gran rectángulo en posición vertical en el centro de la lámina, y en cada uno de los lados de menor tamaño dibuja sendos círculos, haciendo referencia a las bases de esta figura.

Para el resto, utiliza una solución muy parecida a la de la mayoría de los alumnos de estas edades: un cuadrado para el cubo, un triángulo para la pirámide y un círculo para la esfera.

Lámina 152

Con este trabajo y con el siguiente, podemos comprobar como el paso de un año a otro suele suponer, aunque no siempre, un progreso en la resolución de las pruebas

planteadas. En este caso, una niña de 5 años ha utilizado un recurso que permite acercarnos algo más a la solución correcta.

Comenzó dibujando el cilindro mediante un rectángulo alargado que dispuso verticalmente, al que añadió una forma redondeada en cada extremo, representando las bases de esta figura. Para el cubo, hace un cuadrado como la mayoría de los compañeros de su edad. En la pirámide podemos observar otro ligero avance al intentar representar, debajo del triángulo, la base de esta figura mediante un cuadrado. Con la esfera, dibuja un pequeño círculo dentro de otro de mayor tamaño, intentando buscar una solución a la tridimensionalidad.

Lámina 153

El trabajo de esta niña de 5 años supone otro adelanto más con respecto a los anteriores. Dibuja el cilindro con un rectángulo y dos formas circulares, que representan las bases, en sus extremos de menor tamaño. Para el cubo adopta una solución ingeniosa, puesto que dibuja las seis caras de esta figura para intentar codificar su estructura, de modo que parece que combina las distintas caras del cubo formando un tipo de dibujo propio.

Algo parecido ocurre con la pirámide, para la que realiza un triángulo dentro del cual traza dos líneas rectas desde el vértice superior hasta abajo, como queriendo señalar que existen varias caras laterales con esta forma. La esfera es trazada, como la mayor parte de sus compañeros, mediante un círculo.



Lámina 148– Tema: FORMAS TRIDIMENSIONALES Autor/a: Niño de 3 años

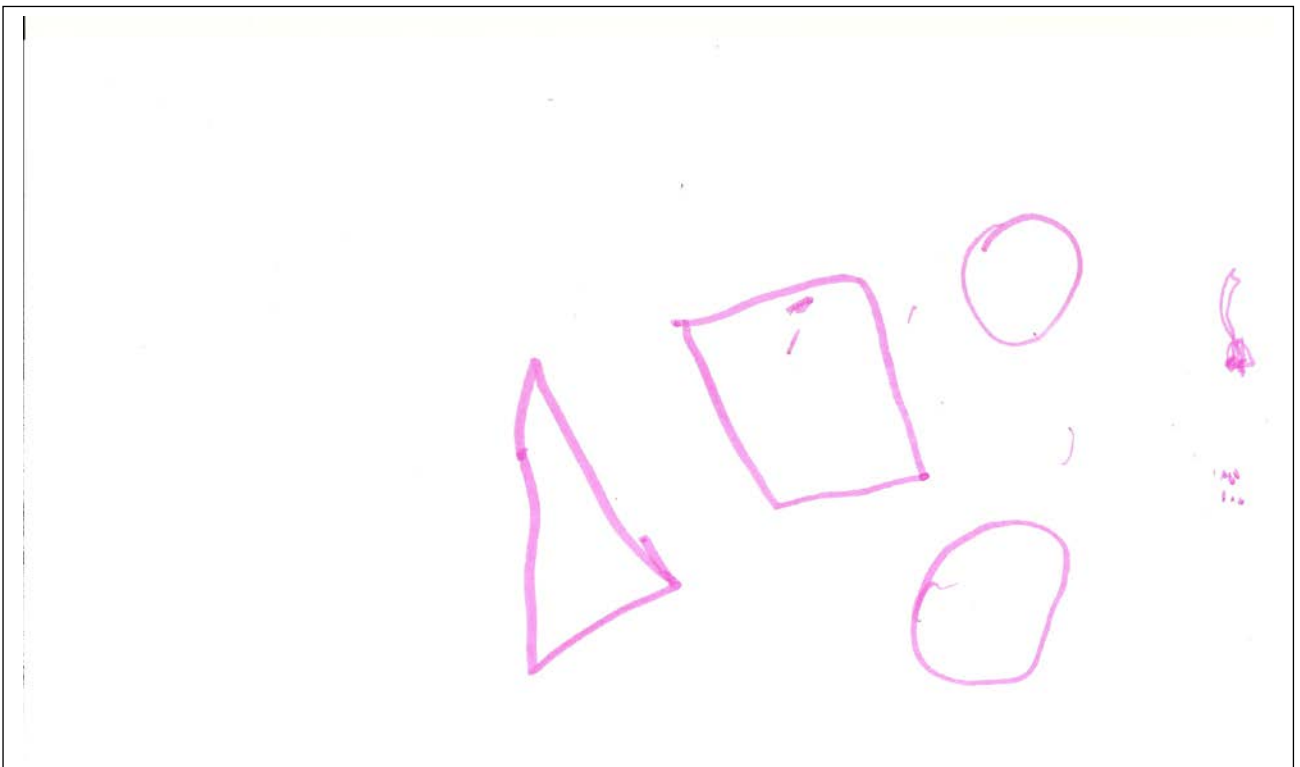


Lámina 149– Tema: FORMAS TRIDIMENSIONALES Autor/a: Niño de 3 años

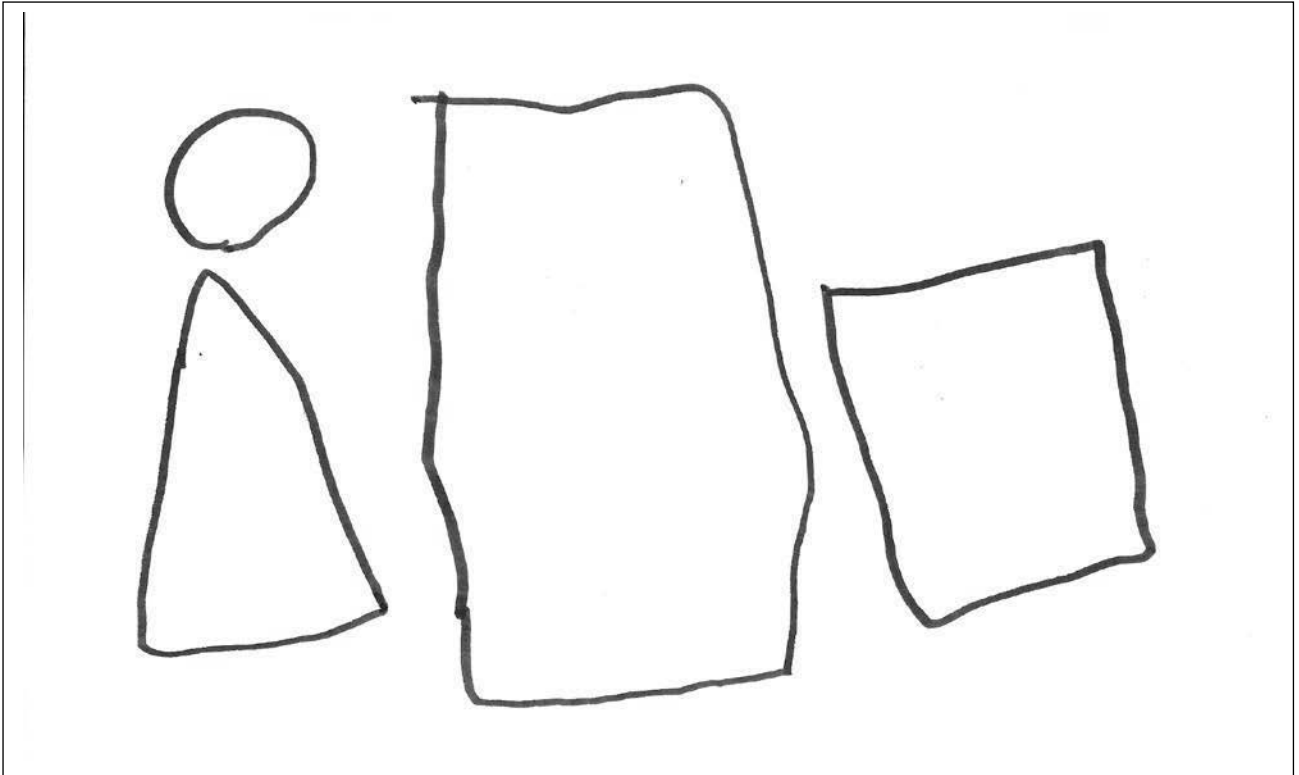


Lámina 150– Tema: FORMAS TRIDIMENSIONALES Autor/a: Niña de 4 años

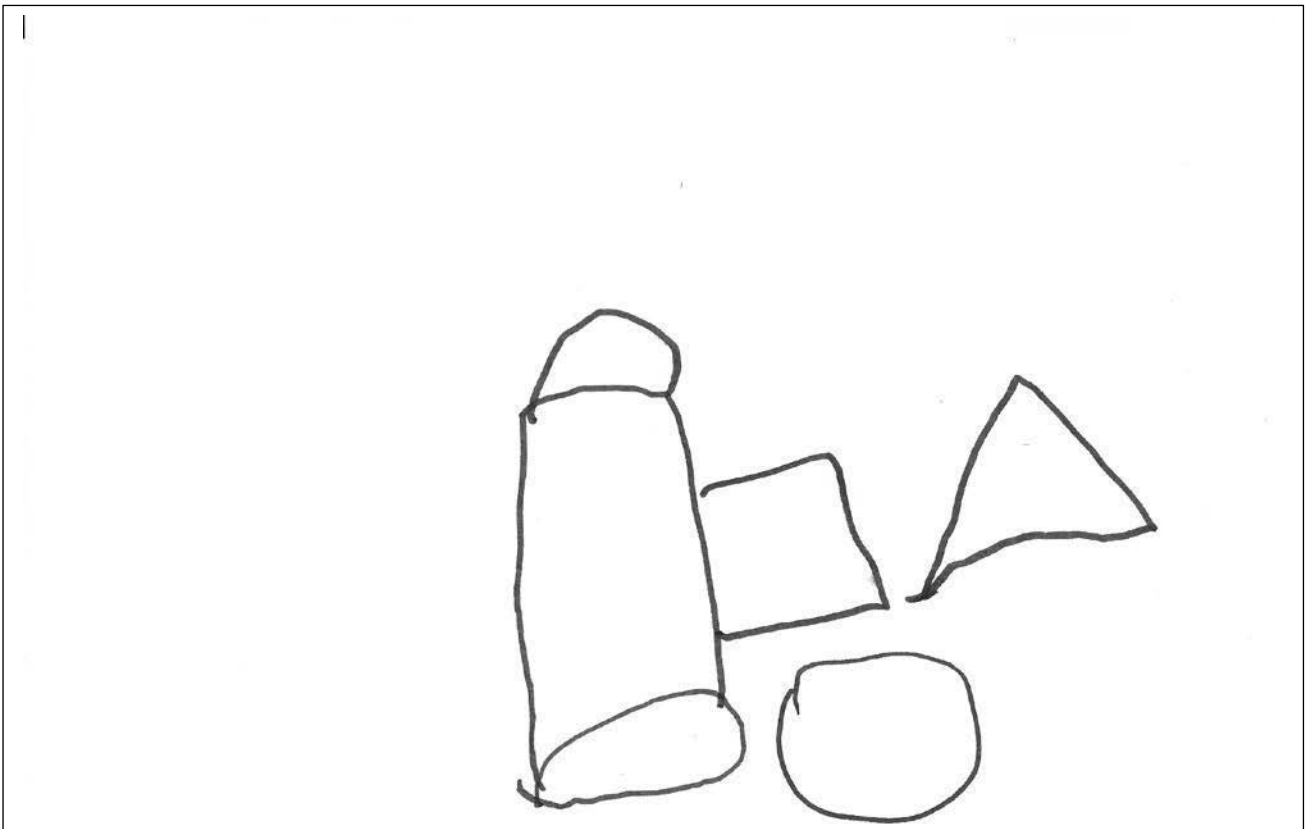


Lámina 151– Tema: FORMAS TRIDIMENSIONALES Autor/a: Niño de 4 años



Lámina 152– Tema: FORMAS TRIDIMENSIONALES Autor/a: Niña de 5 años

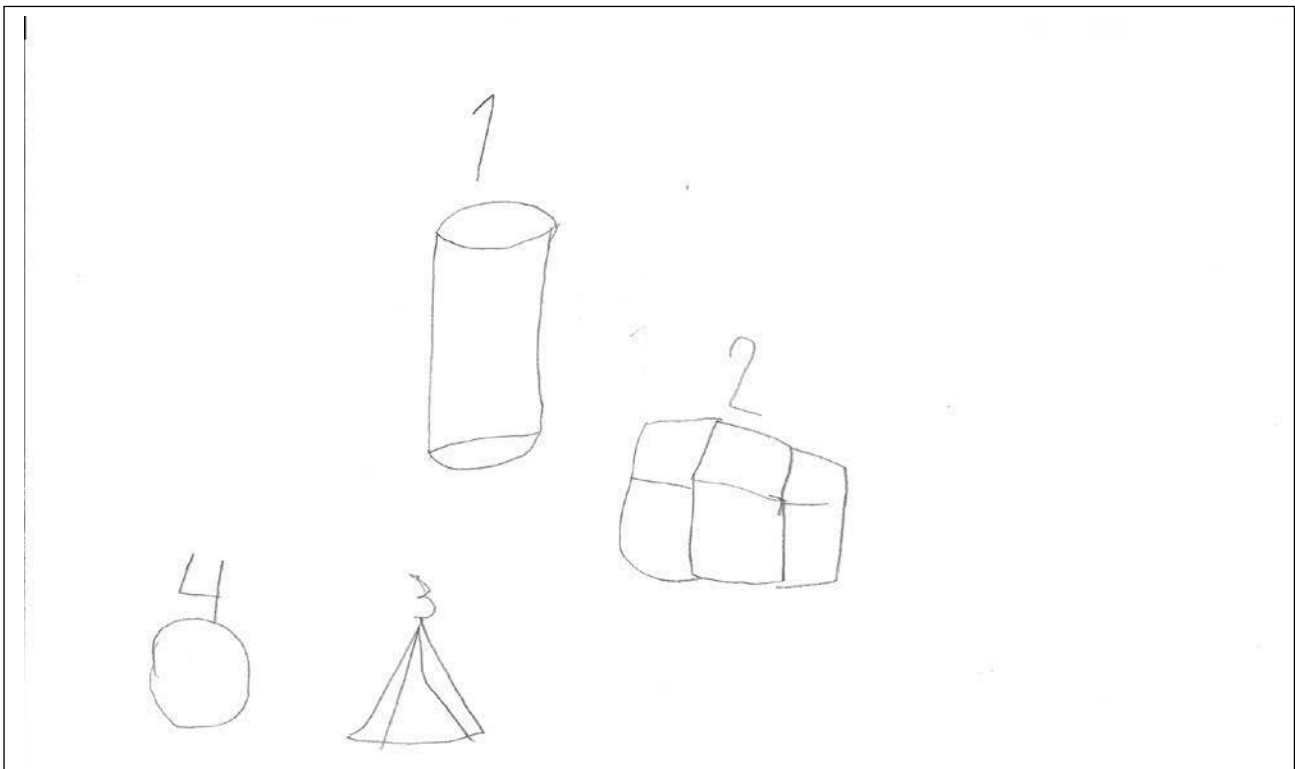


Lámina 153– Tema: FORMAS TRIDIMENSIONALES Autor/a: Niña de 5 años

11. ENFOQUE CUANTITATIVO

11.1. Presentación y cuadros de las pruebas

Como hemos indicado a lo largo del trabajo, aunque los grafismos, dibujos y trazados de los niños tienen una dimensión fuertemente cualitativa, conviene llevar a cabo un análisis de las pruebas de tipo cuantitativo, para saber cuáles son las cualidades dominantes dentro de cada uno de los objetivos planteados en el capítulo dedicado al diseño de la investigación. Por tanto, no es suficiente saber las características que presentan los distintos trazados infantiles, sino que hay que completarlas con el estudio de los porcentajes para describirlas en función de los resultados obtenidos en los cuadros de tabulación que se ofrecen en este capítulo.

Para ello, las 21 pruebas propuestas para llevar a cabo la investigación se han dividido en tres grandes bloques: 1. DIBUJO SIN MODELO PREVIO, 2. MODELOS BIDIMENSIONALES y 3. MODELOS TRIDIMENSIONALES.

Las pruebas incluidas en el primer bloque son eminentemente cualitativas, dado que están formadas por dibujos o propuestas de dibujos cuyo análisis es principalmente interpretativo, pero, obviamente, la agrupación numérica viene a completar los datos ya obtenidos. En los otros dos bloques restantes, con 14 pruebas en total, se incluyen dibujos en los que podemos analizar los rasgos más característicos en los inicios de las producciones de los pequeños, los más significativos, puesto que con todos ellos elaborarán un lenguaje gráfico-visual propio. Una vez conocidos, se vio la necesidad de concreción porcentual o estadística para un mejor análisis de ellos.

Todos los datos se tabulan teniendo en cuenta los siguientes criterios:

-Se cuantifican cada uno de los centros que han sido objetos de la investigación, ofreciéndose el resultado conjunto para evitar un exceso de cuadros de pruebas.

-Los diferentes datos obtenidos se organizan siguiendo las edades de menor a mayor, de modo que las tres edades estudiadas -3, 4 y 5 años- aparecen en la mayoría de los cuadros aunque no se hayan realizado pruebas. Por este motivo, las columnas de algunas edades aparecen vacías.

-Los porcentajes se ofrecen del total de niños y niñas, para evitar la sobrecarga de información cuantitativa si se realizaran por años.

-Para evitar un exceso de información, que no clarifica ni hace más fluido el análisis de los datos, no se ha acudido a ofrecer gráficas, en cualquiera de las modalidades de los programas informáticos, dado que son expresiones visuales de las cifras y porcentajes.

-Cada uno de los objetivos parciales es respondido en función de la cualidad que se pretende analizar y de las distintas pruebas relacionadas con ellos.

-En el grupo de “OTROS”, se incorporan las respuestas no dadas, es decir, cuando el niño o la niña no ha realizado ningún trazado o ha dibujado algo al margen de lo que se les había propuesto.

La clasificación de las pruebas en relación con los objetivos, es la siguiente:

PRUEBA 1: TEMA LIBRE: Motivación. Formas geométricas usadas en su lenguaje gráfico.

PRUEBA 2: REGALO DE LOS REYES: Motivación. Formas geométricas usadas en su lenguaje gráfico.

PRUEBA 3: LA CASA: Formas geométricas más empleadas en el comienzo del dibujo, que configuran su lenguaje gráfico y forman parte de su pensamiento visual.

PRUEBA 4: LA CASA CON ÁRBOLES: Formas geométricas más empleadas en el comienzo del dibujo, que configuran su lenguaje gráfico y forman parte de su pensamiento visual.

PRUEBA 5: LA CASA Y OBJETOS: Formas geométricas más empleadas en el comienzo del dibujo, que configuran su lenguaje gráfico y forman parte de su pensamiento visual.

PRUEBA 6: EL COLEGIO: Formas geométricas más empleadas en el comienzo del dibujo, que configuran su lenguaje gráfico y forman parte de su pensamiento visual.

PRUEBA 7: LA FAMILIA: Conocer cuáles son las figuras geométricas que más emplean en la elaboración de la figura humana. Adiciones de diferentes formas geométricas.

PRUEBA 8: ÁRBOLES EN UNA MONTAÑA: Perpendicularidad y su representación.

PRUEBA 9: EL TREN: Recta horizontal. Paralelismo.

PRUEBA 10: CONTINUIDAD DE LÍNEAS: Comprensión de ritmos previos. Espacio topológico utilizado. Paralelismo. Dirección dominante.

PRUEBA 11: REPRODUCCIÓN DE FORMAS: Asimilación y reproducción de formas geométricas.

PRUEBA 12: CÍRCULOS: Espacio topológico. El círculo como forma geométrica básica.

PRUEBA 13: CUADRADO Y PUNTO-LÍNEA-CUADRADO: Copia de cuadrados y sus combinaciones.

PRUEBA 14: PUNTO DENTRO DE CUADRADO-CÍRCULO: Comprensión del centro geométrico de cuadrados y círculos.

PRUEBA 15: FORMA ESPECULAR: Simetría.

PRUEBA 16: CHIMENEA Y HUMO: Ubicación izquierda-derecha.

PRUEBA 17: LA CAJA: Distribución de figuras en el espacio topológico. Figuras geométricas más utilizadas.

PRUEBA 18: LA MARIPOSA: Simetría

PRUEBA 19: LA ANTENA: Paralelismo

PRUEBA 20: RELACIÓN FORMA-FIGURA: Figuras geométricas utilizadas por los pequeños en su lenguaje gráfico.

PRUEBA 21: FORMAS TRIDIMENSIONALES: Capacidad de trasladar unas formas tridimensionales a dos dimensiones.

PRUEBA 1: TEMA LIBRE				
C.P. TORRE MALMUERTA				
	3 AÑOS	3 AÑOS	TOTAL	%
CÍRCULO/REMOLINO				
SI	15	14	29	69
NO	8	5	13	31
CUADRADO				
SI	0	1	1	2
NO	23	18	41	98
TRIÁNGULO				
SI	2	1	3	7
NO	21	18	39	93
CRUZ/ASPA				
SI	5	10	15	36
NO	18	9	27	64

PRUEBA 2: REGALO DE REYES				
C. P. TORRE MALMUERTA				
	3 AÑOS	3 AÑOS	TOTAL	%
CÍRCULO/REMOLINO				
SI	13	18	31	72
NO	8	4	12	28
CUADRADO				
SI	10	7	17	40
NO	11	15	26	60
TRIÁNGULO				
SI	4	8	12	28
NO	17	14	31	72
CRUZ/ASPA				
SI	6	13	19	44
NO	15	9	24	56

PRUEBA 3: LA CASA					
C. P. TORRE MALMUERTA Y C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
CÍRCULO/REMOLINO					
SI	32	42	17	91	89
NO	4	3	4	11	11
CUADRADO/RECTÁNGULO					
SI	14	40	21	75	74
NO	22	5	0	27	26
TRIÁNGULO					
SI	9	16	17	42	41
NO	27	29	4	60	59
CRUZ/ASPA					
SI	22	15	19	56	54
NO	14	30	2	47	46
ROMBO/TRAPECIO					
SI	0	3	5	8	13
NO	36	42	16	94	87

PRUEBA 4: LA CASA CON ÁRBOLES					
C. P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
CÍRCULO/REMOLINO					
SI		16		16	76
NO		5		5	24
CUADRADO/RECTÁNGULO					
SI		17		17	81
NO		4		4	19
TRIÁNGULO					
SI		10		10	48
NO		11		11	52
CRUZ/ASPA					
SI		7		7	33
NO		14		14	67
ROMBO/TRAPECIO					
SI		0		0	0
NO		21		21	100

PRUEBA 5: LA CASA Y OBJETOS					
C. P. TORRE MALMUERTA					
	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
CÍRCULO/REMOLINO					
SI			22	22	96
NO			1	1	4
CUADRADO/RECTÁNGULO					
SI			23	23	100
NO			0	0	0
TRIÁNGULO					
SI			23	23	100
NO			0	0	0
CRUZ/ASPA					
SI			20	20	87
NO			3	3	13
ROMBO/TRAPECIO					
SI			5	5	22
NO			18	18	78

PRUEBA 6: EL COLEGIO					
C. P. TORRE MALMUERTAY C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
CÍRCULO/REMOLINO					
SI		19	17	36	78
NO		3	7	10	22
CUADRADO/RECTÁNGULO					
SI		20	22	42	95
NO		2	2	4	5
TRIÁNGULO					
SI		6	2	8	9
NO		16	22	83	91
CRUZ/ASPA					
SI		15	12	27	59
NO		7	12	19	41
ROMBO/TRAPECIO					
SI		0	2	2	4
NO		22	22	44	96

PRUEBA 7: LA FAMILIA					
C. P. TORRE MALMUERTAY C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
CÍRCULO/REMOLINO					
SI	22	19		41	98
NO	1	0		1	2
CUADRADO/RECTÁNGULO					
SI	10	18		28	67
NO	13	1		14	33
TRIÁNGULO					
SI	3	11		14	33
NO	20	8		28	67
CRUZ/ASPA					
SI	13	11		24	57
NO	10	8		18	43
ROMBO/TRAPECIO					
SI	0	0		0	0
NO	23	19		42	100

PRUEBA 8: ÁRBOLES EN UNA MONTAÑA					
C. P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
PERPENDICULARIDAD					
RESPECTO A LA MONTAÑA			8	8	47
BORDE DE LA LÁMINA			1	1	6
AMBAS			8	8	47

PRUEBA 9: EL TREN					
C. P. TORRE MALMUERTA Y C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
PARALELISMO					
SI		11	11	22	47
NO		6	3	9	19
OTROS		6	10	16	34

PRUEBA 10: CONTINUIDAD DE LÍNEAS				
C.P. TORRE MALMUERTA				
	3 AÑOS	3 AÑOS	TOTAL	%
RECTA				
SI	24	17	41	100
NO	0	0	0	0
ONDULADA				
SI	2	7	9	22
NO	22	10	32	78
QUEBRADA				
SI	2	10	12	29
NO	22	7	29	71
CICLOIDES				
SI	2	5	7	17
NO	22	12	34	83
PARALELISMO				
SI	22	11	33	80
NO	2	6	8	20
HORIZONTALIDAD				
SI	17	10	27	66
NO	7	7	14	34
OBLICUIDAD				
SI	6	5	11	27
NO	18	12	30	73
DIRECCIÓN IZQ/DCHA	15	8	23	56
DIRECCIÓN DCHA/IZQ	3	3	6	15
AMBAS DIRECCIONES	6	6	12	29

PRUEBA 11: REPRODUCCIÓN DE FORMAS					
C. P. TORRE MALMUERTA Y C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
CUADRADOS					
Normal		16	21	37	82
Pequeño		19	21	40	89
Grande		18	19	37	82
Girado 45°		5	5	10	22
CÍRCULOS					
Normal		22	22	44	98
Pequeño		23	22	45	100
Grande		22	21	43	96
Forma Irregular		18	22	40	89
RECTÁNGULO					
Normal		16		16	73
Pequeño		14		14	64
Grande		16		16	73
Girado 45°		17		17	77

PRUEBA 12: CÍRCULOS					
C. P. TORRE MALMUERTA Y C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
1 CÍRCULO	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
ARRIBA-IZQUIERDA	1	5	2	8	13
ARRIBA-CENTRO	3	4	4	11	18
ARRIBA-DERECHA	0	1	0	1	2
CENTRO-IZQUIERDA	3	2	3	8	13
CENTRO-CENTRO	4	5	9	18	29
CENTRO-DERECHA	1	2	1	4	6
ABAJO-IZQUIERDA	0	1	1	2	3
ABAJO-CENTRO	6	1	3	10	16
ABAJO-DERECHA	0	0	0	0	0
FIGURA UTILIZADA					
Círculo	3	8	9	20	32
Irregular	15	13	14	42	68
FIGURA CERRADA					
SI	10	12	10	32	52
NO	8	9	13	30	48

PRUEBA 12: CÍRCULOS					
C. P. TORRE MALMUERTA Y .C.FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
2 CÍRCULOS	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
ARRIBA-IZQUIERDA	1	8	4	13	21
ARRIBA-CENTRO	2	2	3	7	11
ARRIBA-DERECHA	0	5	0	5	8
CENTRO-IZQUIERDA	2	4	6	12	19
CENTRO-CENTRO	6	1	6	13	20
CENTRO-DERECHA	3	0	0	3	5
ABAJO-IZQUIERDA	2	1	0	3	5
ABAJO-CENTRO	1	0	4	5	8
ABAJO-DERECHA	1	0	0	2	3
FIGURA UTILIZADA					
Círculo	2	9	11	22	35
Irregular	16	12	12	40	65
FIGURA CERRADA					
SI	4	9	7	20	32
NO	14	12	16	42	68

PRUEBA 12: CÍRCULOS					
C. P. TORRE MALMUERTA					
3 CÍRCULOS	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
ARRIBA-IZQUIERDA	1	8	6	15	24
ARRIBA-CENTRO	0	2	3	5	8
ARRIBA-DERECHA	1	2	0	3	5
CENTRO-IZQUIERDA	0	3	4	7	11
CENTRO-CENTRO	8	0	6	14	22
CENTRO-DERECHA	5	4	0	9	15
ABAJO-IZQUIERDA	0	2	1	3	5
ABAJO-CENTRO	3	0	3	6	10
ABAJO-DERECHA	0	0	0	0	0
FIGURA UTILIZADA					
Círculo	3	8	11	22	35
Irregular	15	13	12	40	65
FIGURA CERRADA					
SI	3	10	7	20	32
NO	15	11	16	42	68

PRUEBA 13: CUADRADO Y PUNTO-LÍNEAS-CUADRADO			
C. P. TORRE MALMUERTA			
	3 AÑOS	TOTAL	%
CUADRADO			
SI	0	0	0
NO	18	18	82
OTROS	4	4	18
CUADRADO Y CRUZ			
SI	2	2	9
NO	17	17	77
OTROS	3	3	14
CUADRADO Y ASPA			
SI	0	0	0
NO	19	19	86
OTROS	3	3	14
CUADRADO Y PUNTO			
SI	2	2	9
NO	12	12	55
OTROS	8	8	36
CUADRADO Y CUADR.			
SI	1	1	5
NO	17	17	77
OTROS	4	4	18

PRUEBA 14: PUNTO DENTRO DE CUADRADO-CÍRCULO					
C. P. TORRE MALMUERTA Y C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
CUADRADO	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
CENTRO					
SI		13	13	26	63
NO		8	7	15	37
MUY DESPLAZADO					
SI		19	20	39	95
NO		2	0	2	5
POCO DESPLAZADO					
SI		11	4	15	37
NO		10	16	26	63

PRUEBA 14: PUNTO DENTRO DE CUADRADO-CÍRCULO					
C. P. TORRE MALMUERTA Y C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
CUADRADO	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
CENTRO					
SI		15	15	30	73
NO		6	5	11	27
MUY DESPLAZADO					
SI		18	20	38	93
NO		3	0	3	7
POCO DESPLAZADO					
SI		11	15	26	63
NO		10	5	15	37

PRUEBA 15: FORMA ESPECULAR					
C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
ESPIRAL 1					
SI		5	11	16	41
NO		15	8	23	59
ESPIRAL 2					
SI		8	9	17	44
NO		12	10	22	56
CÍRCULO Y RAYA 1					
SI		3	13	16	41
NO		17	6	23	59
CÍRCULO Y RAYA 2					
SI		3	15	18	46
NO		17	4	21	54
SEMICÍRCULO					
SI		2	16	18	46
NO		18	3	21	54
TRIÁNGULO RECTÁNGULO					
SI		1	8	9	23
NO		19	11	30	77
LÍNEA ZIG-ZAG					
SI		1	16	17	44
NO		19	3	22	56
TRIÁNGULO					
SI		2	17	19	49
NO		18	2	20	51

PRUEBA 16: CHIMENEA Y HUMO					
C. P. TORRE MALMUERTA Y C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
LADO IZQUIERDO		5	15	20	44
LADO DERECHO		14	8	22	49
CENTRO		3	0	3	7

PRUEBA 17: LA CAJA					
C. P. TORRE MALMUERTA Y C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
TODO EL ESPACIO	19	40	44	103	91
MITAD SUPERIOR	2	3	3	8	7
MITAD INFERIOR	2	0	0	2	2
CUADRADO	5	34	46	85	75
TRIÁNGULO	4	31	45	80	71
CÍRCULO	16	40	45	101	89
ASPA/CRUZ	9	38	47	94	83
PARALELAS	16	35	46	98	87
ESPIRAL	16	38	46	100	88

PRUEBA 18: LA MARIPOSA					
C. P. TORRE MALMUERTA Y C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
SIMETRÍA CON MODELO	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
SI		3	11	14	31
NO		6	5	11	24
OTROS		12	8	20	45

PRUEBA 18: LA MARIPOSA					
C. P. TORRE MALMUERTA Y C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
SIMETRÍA SIN MODELO	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
SI	8	8	8	24	43
NO	3	2	7	12	21
OTROS	10	4	6	20	36

PRUEBA 19: LA ANTENA					
C. P. TORRE MALMUERTA Y C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA					
PARALELISMO	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
SI		17	21	38	84
NO		0	0	0	0
OTROS		4	3	7	16

PRUEBA 20: RELACIÓN FORMA-FIGURA								
C. P. TORRE MALMUERTA								
	AÑO 1		AÑO 2		TOTAL EDAD		TOTAL	%
	4 AÑOS	5 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS		
CUADRADO								
Niño/a	4	4	2	2	6	6	12	14
Robot	0	3	6	3	6	6	12	14
Casa	0	4	5	1	5	5	10	12
Ventana	1	0	1	4	2	4	6	7
Cuadro	2	3	0	0	2	3	5	6
Árbol	1	1	1	0	2	1	3	4
RECTÁNGULO								
Niño/a	3	5	2	0	5	5	10	12
Casa	1	2	0	4	1	6	7	8
Coche	0	1	0	3	0	4	4	5
Árbol	1	2	1	0	2	2	4	5
Cama	1	1	1	1	2	2	4	5
CÍRCULO								
Niño/a	6	8	6	11	12	19	31	36
Sol	6	4	4	8	10	12	22	26
Pelota	1	7	9	0	10	7	17	20
Caracol	2	0	1	0	3	0	3	4
TRIÁNGULO								
Casa	5	15	9	12	14	27	41	48
Niño/a	2	6	0	1	2	7	9	11
Helado	3	0	0	0	3	0	3	4
Pirámide	0	0	0	3	0	3	3	4

PRUEBA 21: FORMAS TRIDIMENSIONALES

C. P. TORRE MALMUERTA Y C.P. FERNÁN PÉREZ DE OLIVA

	3 AÑOS	4 AÑOS	5 AÑOS	TOTAL	%
ESFERA					
Círculo	16	21	21	58	87
Otros	6	2	1	9	13
CILINDRO					
Círculo	5	9	0	14	21
Rectángulo	4	3	4	11	16
Círculo y rectángulo	1	9	18	28	42
Otros	12	2	0	14	21
PIRÁMIDE					
Triángulo	2	16	19	37	55
Cuadrado	6	3	0	9	13
Triángulo y cuadrado	0	1	3	4	7
Otros	14	3	0	17	25
CUBO					
Cuadrado	8	21	20	49	73
Combinación de cuadrados	0	0	2	2	3
Otros	14	2	0	16	24

11.2. Prueba 1: Dibujo libre

Esta primera prueba se llevó a cabo a los tres años. Podemos comprobar que a esta edad, la mayoría de los niños y niñas trazan en sus dibujos formas redondeadas, entre las que se incluyen círculos, remolinos y formas irregulares, con un 69%, siendo solamente un 31% los que ejecutan únicamente formas rectas, como los barridos.

En cuanto a los cuadrados y triángulos, vemos que son realizados por muy pocos sujetos, encontrándolos en una proporción del 2% y 7% respectivamente. Seguramente la dificultad en su ejecución, con líneas rectas que se cierran y ángulos, dificulta que aparezcan en estas edades.

La cruz y el aspa la podemos encontrar en un 36%, cifra más alta de la esperada, y que creemos se puede explicar por los cruces que, inicialmente de forma espontánea, realizan los pequeños en sus producciones gráficas cuando trazan líneas rectas en diferentes direcciones.

11.3. Prueba 2: Regalo de Reyes

Al igual que la anterior, esta prueba se ha realizado con los niños más pequeños de la investigación para motivarles y conocer cuáles son los grafismos geométricos más utilizados por ellos y que forman parte de su lenguaje gráfico-visual.

Podemos observar por los resultados obtenidos, que existen similitudes pero también algunas diferencias con respecto a la prueba anterior. El porcentaje de alumnos que utiliza el círculo o remolinos en sus dibujos es parecido aunque algo superior, con 72%, al igual que lo que sucede con los que utilizan la cruz o el aspa, con un 44%.

Las diferencias más notables las encontramos en la frecuencia con la que utilizan el cuadrado y el triángulo, con un porcentaje de 40% y 28% respectivamente, cifras muy superiores a las encontradas en la primera prueba, y que podían deberse tanto al tiempo que llevaban escolarizados, con los consiguientes aprendizajes que habían realizado, como a su propia madurez, puesto que esta prueba se realizó en el mes de enero, y la anterior al principio del curso escolar.

11.4. Pruebas 3, 4, 5 y 6: La casa

Realizamos estas pruebas en las tres edades con las que trabajamos en la investigación, correspondientes a alumnos de 3, 4 y 5 años. Analizamos los datos de forma conjunta debido a la similitud tanto en su objetivo, que consistía en conocer las

formas geométricas básicas más empleadas en el comienzo del dibujo del niño, como en el tema que presentan, “La casa” y sus variantes.

Lo primero que llama la atención es el aumento en la realización de cuadrados -74%, 81%, 100% y 95%- y triángulos -41%, 48%, 100% y 9%-. La explicación se puede deber a varios factores: el principal creemos que es la edad de los sujetos y su maduración motriz, ya que podemos ver en las gráficas que a medida que la edad aumenta, también lo hace el número de estas figuras que aparecen, obteniendo incluso el 100% en los niños de 5 años; aun así, los niños de 3 años cuando trazan una casa o algunas de sus variantes, utilizan ambas figuras con más frecuencia que cuando hacen otros dibujos.

Otro factor importante es que los pequeños asocian cuadrados y triángulos con la casa, como tendremos oportunidad de analizar en la prueba número 20, por lo que creemos que comienzan a formar parte de su lenguaje gráfico y que en su pensamiento visual aparecen asociadas. Para la mayoría de ellos, la casa es la unión de las dos figuras citadas, aunque con 3 años, y debido a la complejidad de su trazado, utilizan una forma redondeada o irregular cerrada para representarla.

Habría también destacar, en función de los datos obtenidos, que solamente un 9% de los alumnos que dibujan un colegio utilizan el triángulo, un número muy pequeño si tenemos en cuenta las otras pruebas de este apartado. La explicación podría deberse a que asocian esta figura con la casa, pero no con otros edificios.

En cuanto al rombo y trapecio, su uso es prácticamente inexistente, siendo utilizado principalmente por los sujetos de más edad para representar el tejado lateral de las casas.

11.5. Prueba 7: La familia

Se pasó esta prueba a los niños y niñas de 3 y 4 años. Queríamos conocer cuáles son las figuras geométricas que más emplean en la elaboración de la figura humana, así como algunas de las adiciones más frecuentes en su representación

Por los resultados obtenidos podemos concluir que prácticamente la totalidad de los sujetos, un 98%, utiliza el círculo o forma ovoide para representar a la figura humana; esta forma geométrica básica aparece en la cabeza principalmente, pero también la podemos encontrar para representar el tronco, las extremidades, los ojos, etc. y, en general, cualquier elemento del cuerpo.

El cuadrado, con un 67%, es la segunda forma geométrica que más aparece. Con él se representa el tronco o las extremidades. El uso de la cruz o del aspa también está bastante extendido, con un 57%; y el triángulo, utilizado principalmente para la falda de las figuras femeninas, aparece con un 33%. Habría que destacar que el rombo o trapecio no aparece en ninguno de los dibujos de la familia.

11.6. Prueba 8: Árboles en una montaña

Para analizar la perpendicularidad y verticalidad, planteamos esta prueba a los alumnos de 5 años. Por los datos obtenidos podemos concluir que solamente un 6% del total de los alumnos ha resuelto correctamente esta prueba, mientras que un 47% lo ha conseguido a medias, y otro 47% no ha sido capaz de expresar esta cualidad, aun cuando la verticalidad es una noción que se adquiere desde que los niños comienzan a andar y permanecen erguidos.

11.7. Prueba 9: El tren

Con esta prueba queríamos conocer cómo representan la línea recta y el paralelismo en sus dibujos. El paralelismo es una cualidad topológica que hay que empezara indagar en las edades más tempranas para saber cuántos sujetos son capaces de plasmarla espontáneamente. No se les dio a los niños ninguna instrucción; únicamente que dibujasen un tren por la vía.

La realizamos con los alumnos de 4 y 5 años, y podemos observar que los resultados son parecidos en ambas edades, con un 47% de alumnos que mantuvieron el paralelismo al representar las vías del tren, 11 en cada edad. Con respecto a los que no lo consiguieron, un 19%, fue más frecuente que no lo logaran los niños de menor edad, 6 de 4 años, frente a 3 de 5 años.

Encontramos otras respuestas para representar las vías del tren, desde la unión de rectángulos de diferente tamaño, hasta líneas curvas que recorren toda la lámina, y que hemos incluido en un tercer apartado en el que aparecen un 34% de las respuestas.

11.8. Prueba 10: Continuidad de líneas

En esta prueba, realizada a los sujetos más pequeños de la investigación, se les presentó una serie de grafismos –recta, ondulada, quebrada y cicloides- que ellos debían reproducir. Queríamos comprobar si eran capaces de trazarlas, y también conocer otros

aspectos como el paralelismo entre las líneas, la horizontalidad que mantenían, la oblicuidad y la dirección de sus producciones, con el fin de comprender su lenguaje gráfico e intentar acercarnos a su pensamiento visual.

Podemos comprobar que el 100% de los sujetos de 3 años son capaces de realizar una línea recta, aunque este porcentaje disminuye considerablemente al representar líneas onduladas con un 22%, quebradas con el 29% o cicloides con un 17%, a pesar de que en sus dibujos libres suelen incluirlas.

En cuanto al paralelismo, los resultados nos dan un 80% de alumnos que lo mantienen, cifra bastante superior a la obtenida con los de más edad en la prueba anterior, donde solo el 47% del total conseguía mantenerlo en sus trazados. La horizontalidad es ejecutada por un 66% de los sujetos.

La dirección se ha estudiado considerando el lugar por el que comenzaban a trazar las distintas líneas. Podemos observar que el 56% sigue la dirección izquierda-derecha, y solamente un 15% la contraria. Además, hay un 29% de alumnos que no tiene la dirección definida, utilizando ambas al iniciar las líneas que ellos ejecutan.

11.9. Prueba 11: Reproducción de formas

Con esta prueba queríamos conocer cómo los niños de 4 y 5 años asimilan y reproducen las formas geométricas básicas. En el caso los de 5 años, se les mostraba el cuadrado y el círculo; y los de 4 años, además de las anteriores, también dibujaron el rectángulo. Para ello, introdujimos cambios de tamaño y de posición.

Analizando los resultados obtenidos, vemos que una gran mayoría, superando el 80% en los tres primeros casos, es capaz de copiar el cuadrado y sus distintas variaciones de tamaño. Respuesta distinta cuando el cuadrado es girado 45°, ya que solamente el 22% es capaz de realizarlo con corrección, mientras que la gran mayoría, el 78% no sabe realizarlo o dibuja una figura semejante al rombo para indicar que se ha girado.

El círculo es representado correctamente por prácticamente todos los alumnos que han participado en esta prueba, encontrando dificultad únicamente al representar la forma irregular, con un 11% de errores o de alumnos que no lo han hecho.

En cuanto al rectángulo, dibujado por los alumnos de 4 años, los resultados arrojan un nivel de aciertos bastante alto, en torno al 70% en las cuatro variaciones presentadas, siendo el rectángulo pequeño, con un 64% de aciertos, el que más dificultad tuvieron para trazar; y el que se presentaba girado 90°, con un 77%, el que lo ejecutó con más facilidad.

11.10. Prueba 12: Círculos

En esta prueba se pretendía, de forma prioritaria, saber el modo de distribución de los grafismos dentro de una superficie rectangular, en este caso la lámina en formato A4, en las edades de 3, 4 y 5 años. Además, se planteó analizar cómo representan el círculo, ya que en ocasiones utilizan una forma ovoide o lo dejan sin cerrar. Para ello, tenían que trazar en un folio en blanco un círculo; en otro folio dos círculos; y, en un tercero, tres círculos.

- *Un círculo*

Analizando los resultados obtenidos, podemos observar que cuando dibujan una sola figura, la mayoría de los pequeños, con un 29% tiende a trazarla en el centro de la superficie, seguida de un 18% que lo hace en el centro-arriba, y un 16% que utiliza el centro-abajo, por lo que un 63% del total se inclina a trazar sus grafismos en la parte central de la superficie. Llama la atención que ninguno de los niños dibujara el círculo en la zona abajo-derecha, y que solo un 2% lo hiciera en la zona arriba-derecha.

En cuanto a la figura representada, podemos observar que un 32% hace un círculo, mientras que un 68% realiza una forma irregular, manteniéndose esta proporción incluso entre los alumnos de mayor edad; además, solamente un 52% del total realiza una figura cerrada, por lo que podemos concluir que en estas edades para los niños lo más importante al representar un círculo no es la regularidad ni el cierre.

- *Dos círculos*

Cuando tenían que trazar dos círculos en la lámina, la mayoría los sitúa en la zona arriba-izquierda, con un 21%, siendo los alumnos de 4 años los que más utilizan esta zona. Les sigue con un 20% y un 19% respectivamente, el centro y el centro-izquierda, especialmente los alumnos de 5 años, por lo que podemos concluir que el cuadrante superior izquierdo y el centro de la lámina son las zonas donde prioritariamente trazan sus grafismos. Si analizamos los resultados obtenidos acerca de la representación del círculo, en cuanto a su forma y su cierre, podemos ver que son muy parecidos, con un 35% de sujetos que utiliza el círculo y no una forma irregular, y un 32% los que hace una forma cerrada, cifra esta última algo inferior.

- *Tres círculos*

Al trazar tres círculos en la lámina, vemos que la mayoría de los alumnos, con un 24% del total, los dibuja arriba-izquierda, un 22% en el centro y un 15% en el centro-

derecha. Si analizamos las edades, vemos que son los de mayor edad los que sitúan los círculos arriba-izquierda, seguramente influenciados por las actividades que realizan en clase de lectoescritura. También podemos observar que, de forma parecida a lo que ocurría con la representación de un círculo y dos círculos, muy pocos alumnos utilizan el lado derecho y la parte inferior de la lámina.

Los porcentajes obtenidos en la representación del círculo, donde analizamos si lo hacen correctamente o realizan una forma irregular, y si hacen una figura cerrada o no, arrojan unos resultados parecidos, con un 35% de sujetos que realiza la figura del círculo correctamente y un 32% que cierra esta forma geométrica.

11.11. Prueba 13: Cuadrado y punto-líneas-cuadrado

Esta prueba se realizó con los alumnos de 3 años de edad para conocer cómo son capaces de copiar varios cuadrados, algunos de los cuales están combinados con una cruz, un aspa, un punto u otro cuadrado en su interior.

El aspecto que más nos llama la atención es que son muy pocos los que consiguen realizar el cuadrado con corrección, puesto que muchos se limitan a dibujar una forma irregular redondeada en la que incluyen los distintos elementos o solamente los elementos. Este hecho puede deberse a varios factores, entre los que pueden destacar la dificultad que con estas edades presenta la ejecución de esta figura, debido tanto a su maduración motriz, todavía en desarrollo, como a la complejidad que tiene realizar varias líneas rectas cerradas con ángulos de 90°.

11.12. Prueba 14: Punto dentro de cuadrado-círculo

Con esta prueba intentamos conocer la idea que sobre el centro geométrico de círculos y cuadrados tienen los alumnos de 4 y 5 años. Para ello, debían situar correctamente un punto en el interior de estas figuras geométricas, considerando que este punto estaba situado en el centro geométrico de ellas o desplazado.

Por los resultados obtenidos, podemos deducir que, en general, los niños de estas edades reconocen un elemento muy alejado del centro de la figura, con un 95%, en el caso del cuadrado, y un 93%, en el caso del círculo. Si el elemento se sitúa en el centro de la figura es representado correctamente por el 63%, en el primer caso, y por un 73%, en el segundo. Si estuviera ligeramente desplazado, los porcentajes serían el 37% y el 63% de elementos correctamente representados en cada caso.

11.13. Prueba 15: Forma especular

El principal aspecto que queremos analizar con esta prueba, al igual que con la número 18, es la simetría y las ideas que sobre ella poseen los niños de 4 y 5 años, para ver si son capaces de representar una serie de elementos dados de un modelo.

De acuerdo con los resultados, podemos apreciar que, a medida que es mayor la edad de los sujetos, las respuestas correctas van en aumento. Así pues, la forma de plasmar este concepto, que los niños comienzan a representar desde que elaboran las primeras figuras humanas en las que se incluyen elementos simétricos –brazos, ojos, piernas, etc.-, va obteniendo mejores resultados con la edad, debido no solamente al desarrollo motriz, sino también a un afianzamiento dentro de su pensamiento visual.

La prueba fue realizada por el mismo grupo de alumnos, la primera vez con 4 años y la segunda con 5 años. En ella podemos apreciar claramente el cambio y avance producido en las respuestas correctas, por ejemplo, en la línea en zig-zag se obtiene 1 resultado correcto en 4 años frente a 16 resultados correctos en 5 años; o el triángulo, con 2 resultados correctos en 4 años y 17 correctos en 5 años.

11.14. Prueba 16: Chimenea y humo

Realizamos esta actividad con los alumnos de 4 y 5 años para analizar la ubicación de sus trazados en el lado izquierdo, derecho o centro de una figura.

Los resultados obtenidos nos indican que un 44% de los niños eligen el lado izquierdo, un 49% el derecho y solamente un 7% en centro de la figura para situar en ella los distintos elementos, por lo que no existe una clara inclinación hacia ninguno de ellos. Podemos añadir que la preferencia por el lado izquierdo es mayor en los niños de 5 años, seguramente influenciados por las pruebas de lecto-escritura que comienzan a realizar en las clases en estas edades.

11.15. Prueba 17: La caja

Con esta actividad pretendemos conocer tanto la distribución de figuras en el espacio topológico como analizar las figuras geométricas que forman parte de su lenguaje gráfico, y que son las más utilizadas por los niños de 3, 4 y 5 años.

Podemos observar que, a la edad de 3 años, hay una tendencia a distribuir los grafismos propuestos por toda la superficie, siendo un 91% el número de alumnos que

los sitúan de esta manera, seguido de la mitad superior con un 7%, y la mitad inferior, con un 2%. Por otro lado, no se aprecian diferencias significativas en 3, 4 y 5 años.

Con respecto a las formas geométricas más efectuadas, habría que decir que, en general, podemos apreciar que se utilizan todas, siendo el círculo con un 89% y la espiral con un 88% las que más aparecen; mientras que el triángulo con un 71% y el cuadrado, con un 75% son las menos usadas. Por edades, podemos observar que con 3 años las figuras menos representadas son el triángulo y cuadrado, y las que más el círculo, espiral y paralelas. Esta tendencia va cambiando a medida que aumenta la edad, puesto que con 5 años solamente uno o dos de los niños dejan de dibujar algunas de ellas.

11.16. Prueba 18: La mariposa

Presentamos esta actividad a los alumnos de 3, 4 y 5 años para conocer si son capaces de representar sus ideas acerca de la simetría. Para ello, les presentamos dos pruebas diferentes con la misma temática: la primera con un modelo que debían reproducir y la segunda sin ningún modelo.

En cuanto a los resultados obtenidos, podemos apreciar que un 31% de los alumnos de Educación Infantil es capaz de representar la simetría en la primera de las pruebas, frente a un 43% que lo consiguió con la segunda, por lo que podemos deducir que se obtienen mejores resultados cuando no se propone ningún modelo, sino que los propios alumnos realizan sus representaciones de forma libre.

Por edades, vemos que a medida que aumenta la edad, también es mayor el número de aciertos cuando hay un modelo; mientras que en el caso de que no exista, los resultados son muy similares en las tres edades estudiadas, con 8 aciertos en cada una de ellas.

11.17. Prueba 19: La antena

Esta prueba la realizaron los alumnos de 4 y 5 años para conocer cómo expresan sus conocimientos acerca del paralelismo. Para ello, se les presentó una lámina en la que debían reproducir una serie de líneas paralelas imitando un modelo.

Por los resultados obtenidos, podemos comprobar que la mayoría de los niños de estas edades, un 84%, es capaz de trazar las líneas paralelas propuestas en esta actividad con total corrección y de acuerdo con el modelo propuesto. No hay ninguno que no

supiera realizarlas, aunque encontramos un 16% de sujetos que, si bien no las hacen con total exactitud, son capaces de trazar líneas paralelas aunque con una inclinación diferente a la muestra.

11.18. Prueba 20: Relación forma-figura

Los alumnos de 3, 4 y 5 años hicieron esta actividad durante los dos años de la investigación. Con ella queríamos conocer cuáles son las figuras geométricas que relacionan con los distintos objetos que dibujan, y que forman parte de su lenguaje gráfico. Para ello, les presentamos cuatro figuras geométricas, un cuadrado, un rectángulo, un círculo y un triángulo, que debían copiar y con los que tenían que hacer un dibujo.

Como es de suponer, los resultados fueron muy variados, aunque podemos destacar que existen ciertas figuras geométricas que los niños relacionan con unos objetos concretos. Así, podemos destacar el triángulo, empleado por un 48% para realizar el dibujo de la casa. El círculo es utilizado por un 36% para la cabeza de un niño, por un 26% para hacer un sol y un 20% para la pelota. Otras formas destacadas son el cuadrado, con un 12% que lo emplearon en dibujar un niño o un robot; y el rectángulo, usado por el 12% para trazar la figura de un niño, y solamente por un 8% para la casa.

11.19. Prueba 21: Formas tridimensionales

Con esta última prueba pretendíamos conocer la capacidad que tienen los alumnos de 3, 4 y 5 años de trasladar unas formas tridimensionales a otras de dos dimensiones, para entender las distintas formas geométricas básicas que forman parte de su pensamiento visual. Para ello, debían dibujar en una lámina una esfera, un cilindro, una pirámide y un cubo que previamente habían manipulado y que tenían sobre la mesa mientras dibujaban.

Los resultados nos indican que el 87% de los alumnos identifican la esfera con un círculo; el 42% dibujan el cilindro con la unión de un círculo y un rectángulo; el 55% representa la pirámide mediante un triángulo; y el 73% hace el cubo con un solo cuadrado.

Se aprecian diferencias en función de las edades de los sujetos, de forma que los de mayor edad tienden a representar con más frecuencia las distintas figuras como la unión de varias formas geométricas; por ejemplo, el cilindro, que para 18 de los alumnos de 5

años es realizado con la unión del círculo más rectángulo, frente a los de 3 años, edad en la que solo un alumno lo trazó uniendo ambas figuras.

12. CONCLUSIONES

12.1. Presentación

Una vez analizados, tanto desde la perspectiva cuantitativa como desde el enfoque cualitativo, los resultados obtenidos en la investigación, nos encontramos en disposición de establecer cuáles han sido las conclusiones resultantes del estudio. Los capítulos denominados “Desarrollo de las pruebas en el aula”, “Enfoque cualitativo” y “Enfoque cuantitativo”, nos han proporcionado los datos con los que podemos interpretar los resultados de las veintiuna pruebas que realizaron los alumnos de Educación Infantil que han participado en este estudio. De igual modo, el diario de clase ha sido un instrumento de gran valor para comprender y aproximarnos al pensamiento visual de los sujetos de la investigación, puesto que en edades tan pequeñas hay que dialogar con ellos para interpretar con la precisión posible aquello que nos han comunicado a través de sus dibujos, como lenguaje gráfico básico en el desarrollo cognitivo infantil.

Por otro lado, las conclusiones responden a los objetivos planteados en el capítulo correspondiente al “Diseño de la investigación”, como respuesta final a las interrogantes que han marcado este trabajo, por lo que, para mantener el orden y rigor en la exposición de los resultados finales del trabajo, nos centraremos en los citados objetivos, retomándolos y describiendo cómo han respondido a nuestras expectativas. Por tanto, a la hora de exponer las conclusiones obtenidas, analizaremos el objetivo principal, y centraremos nuestra atención en los objetivos específicos, para ampliar la información y lograr una visión de conjunto de los resultados obtenidos en las diferentes fases del proceso.

12.2. Conclusiones acerca del objetivo principal

El objetivo general que nos planteamos al iniciar la investigación fue el siguiente:

“Conocer el origen y el desarrollo de las formas y relaciones geométricas elementales que constituyen la base del lenguaje gráfico del niño, que, de modo no consciente, surge dentro de sus garabatos y de sus primeros dibujos, como fundamento para el aprendizaje consciente de la geometría, y como parte del pensamiento visual infantil”.

Para abordarlo, hemos tenido en consideración tanto las aportaciones realizadas en la fundamentación teórica, como en las 21 pruebas desarrolladas a lo largo de dos años consecutivos, al igual que el diario en el que se tomaban las anotaciones de las observaciones y los diálogos mantenidos con los sujetos de la investigación.

Debida a la amplitud que podría generar este objetivo tan amplio, hemos considerado pertinente seleccionar aquellos conceptos más relevantes que pueden deducirse de este trabajo y que se exponen como puntos o apartados para mayor claridad de los mismos.

- Partimos de que el ser humano utiliza distintos lenguajes en sus procesos comunicativos, entre el que se encuentra de manera relevante la palabra como signo básico de comunicación y que es el elemento mínimo de intercambio oral. La lengua, forma de comunicación universal, no es el único medio empleado en los intercambios semióticos entre las personas. Existe otro sistema de comunicación como es el lenguaje visual que forma parte relevante de la cultura humana.

- La palabra y la imagen están interrelacionadas y su separación se ha debido a la necesidad de profundizar en ellas por medio de las distintas disciplinas creadas, hecho de gran importancia en el desarrollo del conocimiento humano. No obstante, ha traído como consecuencia el gran desconocimiento que existe del lenguaje visual o icónico, así como de los mecanismos que forman parte del mismo, como son la percepción, el pensamiento visual y los lenguajes gráficos, estos últimos como medios de expresión de las imágenes mentales y del pensamiento visual.

- A lo largo de la investigación con niños y niñas de 3, 4 y 5 años, hemos podido comprobar que los aprendizajes lingüísticos corren paralelos al desarrollo del pensamiento visual y a sus expresiones a través de los grafismos que han plasmado en las numerosas pruebas que se les planteó.

- Hemos de tener en cuenta que mientras el pensamiento lingüístico tiene un medio privilegiado como es la palabra para ser conocido, el pensamiento visual necesariamente tiene que acudir al dibujo como el instrumento más adecuado para entender las imágenes mentales, tanto de los mayores como de los pequeños. No olvidemos que la palabra, desde la perspectiva semiótica es un signo aleatorio, mientras que el grafismo o el dibujo se presenta semióticamente como un icono por la analogía formal que puede producirse con la imagen mental, el modelo interno o el pensamiento visual.

- Es cierto, que conviene acudir a la palabra, al diálogo, para que los sujetos investigados, en este caso niños y niñas de Educación Infantil, den su propia versión de aquello que han querido plasmar en sus producciones gráficas. Es, como se ha apuntado, lo que se llevó a cabo durante el tiempo de la investigación.

- Tomando de nuevo el paralelismo entre la palabra y la imagen, antes de que la primera aparezca de manera nítida en el niño es necesario que hubiera realizado balbuceos como sonidos que le preceden. De igual modo, antes de que encontremos dibujos figurativos que representan objetos del mundo exterior, el niño realiza garabatos que son los antecedentes de los grafismos con capacidad representativa.

- Hemos constatado que una vez que el niño se inicia en el garabateo, a la edad de 3 años surgen los denominados diagramas que son formas memorizables, por lo que puede volverlas a repetir de manera intencionada. Dentro de esos grafismos memorizables, surgen unas formas cerradas –círculo, óvalo, cuadrado, rectángulo, triángulo-, así como otras de tipo abierto –punto, raya, cruz, aspa- que serán básicos para la generación de un lenguaje que posibilitará, más adelante, la creación de verdaderos dibujos.

- Este conjunto de diagramas son el antecedente también de la geometría que, años más tarde, niños y niñas tendrán que aprender dentro de una disciplina denominada matemáticas, pero que difícilmente podrían comprender sin que de manera intuitiva hubieran creado lo que hemos denominado como formas geométricas básicas.

- También, al enfrentarse a los trazados en una lámina o espacio topológico han surgido relaciones geométricas –dirección, sentido de giro, posición, adición...- que no son de tipo aprendido, sino que es el resultado de los procesos evolutivos naturales que aparecen a medida que el niño se desarrolla perceptiva y gráficamente.

- De igual modo que las palabras se unen para formar frases más o menos largas, en el desarrollo gráfico aparece la adición de formas geométricas básicas para crear configuraciones más complejas. La adición se convierte en una herramienta fundamental para los futuros dibujos figurativos.

- Cerca de los 4 años, tal como hemos comprobado en la investigación, se produce la articulación de la palabra y de los trazados, de modo que mientras niños y niñas están realizando sus grafismos hablan acerca de que desean representar. La imagen y la

palabra se articulan para dar un salto significativo: la creación de verdaderos signos de comunicación visuales que son los dibujos ya representativos.

- Este momento es de gran relevancia para comprender que el pensamiento visual no funciona de manera autónoma, sino que la imagen que desea comunicarse ha de tener un nombre con el cual poder trasladarlo al interlocutor o a sí mismo, como parte del lenguaje interno del que nos hablaba Vygotski.

- Una vez entrados en la denominada etapa del comienzo de la figuración, niños y niñas vuelven a utilizar las formas geométricas básicas para la construcción de las figuras. Por otro lado, hemos comprobado que todo aquello que dibujan tiene para ellos un nombre; nunca trazan algo que no pudieran expresarlo verbalmente, de lo que puede deducirse que en el pensamiento visual, dentro de las edades estudiadas, se articulan la imagen mental y la palabra.

- A la edad de 5 años, niños y niñas saben el nombre de muchas de las formas geométricas, así como muchas de las relaciones topológicas de las mismas, y que emplean en sus dibujos, aunque desconocen sus propiedades desde la perspectiva de la geometría como disciplina.

- Los resultados de la investigación nos hace ver que conviene profundizar en el pensamiento visual infantil, relacionarlo con el lenguaje verbal, así como entender la necesidad de que el aprendizaje de una disciplina tan relevante como es la geometría se conecte con los desarrollos naturales de los escolares, sin que se produzca ese salto curricular entre lo racional y académico y las evoluciones cognitivas de niños y niñas.

12.3. Conclusiones acerca de los objetivos específicos

Como hemos señalado, dentro del objetivo principal se enmarcan las conclusiones más generales de la investigación para, posteriormente, concretar esos resultados en los objetivos específicos. Y puesto que al emplear una metodología de síntesis, en la que se aplica tanto métodos cuantitativos como cualitativos, utilizaremos en los comentarios datos procedentes de las distintas pruebas, así como del diario de clase o del propio marco teórico, para, de este modo, establecer relaciones entre todos ellos y ofrecer una visión más completa de las conclusiones obtenidas.

12.3.1. **Objetivo nº 1:** *Conocer el origen de las formas geométricas elementales, como son, el círculo, el cuadrado, el triángulo, la cruz, el aspa, etc., dentro de los*

garabatos infantiles, así como las combinaciones realizadas de modo espontáneo por el niño.

Por las pruebas llevadas a cabo, y de acuerdo con los planteamientos desarrollados por diferentes autores citados a lo largo de la investigación, al finalizar la edad de 3 y al comienzo de los 4 años se produce una separación entre garabatos, como grafismos sin referentes reales, y los dibujos como verdaderos signos visuales que aluden a figuras y objetos del mundo exterior, real o imaginado. De todos modos, es un tanto difícil precisar el momento del cambio, puesto que la evolución cognitiva y perceptiva varía de unos niños a otros. De forma mayoritaria, hemos podido comprobar que el cambio se produce cuando se está cerca de cumplir 4 años, en la transición de primero a segundo de Educación Infantil.

Como ejemplo de lo expuesto, en las pruebas 1 y 2, referidas a un tema libre, encontramos algunos trabajos que eran auténticos garabatos, líneas que no buscaban ninguna función representativa, mientras que otros se situaban en una zona intermedia entre el garabato y el dibujo, puesto que combinaban garabatos con otros trazados que se asemejaban a los renacuajos, es decir, las primeras figuras humanas. Algo parecido ocurre con las pruebas 3, 4, 5 y 6, sobre el tema de la casa, que a los 3 años la representan como una gran superficie irregular, para, poco a poco, a los 4 o 5 años, comenzar a plasmarla como un agregado de diversos diagramas, entre los que destacan cuadrados, triángulos y círculos.

- El círculo

Dentro de las formas geométricas elementales analizadas, el círculo es la que aparece de forma más temprana, en torno a los 3 años. Tras los iniciales remolinos, gran parte de los niños y niñas de esa edad saben ejecutarlo, aunque su cierre suele ser un tanto imperfecto. A partir de los 4 años, se puede decir que todos se encuentran en condiciones para poder ejecutarlo sin ninguna dificultad.

La importancia del círculo, como hemos ido viendo a lo largo de todo el trabajo, es crucial, puesto que en los dibujos hemos comprobado que es la base de algo tan importante como es el rostro humano o la figura del sol, elementos que suelen aparecer en todas las representaciones gráficas infantiles.

El dibujo de la figura humana difícilmente podrían realizarla niños y niñas sin acudir al círculo, pues le sirve tanto para el rostro, como los ojos, las orejas, el tronco, incluso, en ocasiones, para las manos y los pies.

De igual modo, el círculo es el recurso más habitual al que acude se cuando tiene que representar algún elemento del que no tenga una imagen visual precisa, puesto que como forma geométrica básica es empleada por niños y niñas de cualquier parte del mundo.

Dada la relevancia del círculo, el objetivo nº 2 lo dedicaremos a estudiarlo de una manera más amplia.

- El cuadrado

El cuadrado le sigue al círculo en importancia dentro de los grafismos geométricos escolares como base del pensamiento visual y del lenguaje gráfico infantil. Lo encontramos en pocos niños y niñas de 3 años, porque es a partir de los 4 años cuando se aprecia el control de esta figura geométrica formada por cuatro lados. Dentro de su función pictórica, y de manera muy significativa, se emplea en la representación de la casa infantil, figura extendida universalmente. Otro uso destacado lo encontramos en el trazado del cuerpo de la figura humana y, en forma de rectángulo, en la representación de brazos y piernas o en el tronco de los árboles.

Como acabamos de señalar, el cuadrado se asocia con la fachada y las ventanas de las casas que elaboran en sus dibujos. Esto, que es de sobras conocido por los estudios de los autores que han indagado en el arte infantil, lo corroboramos en los numerosos dibujos que niños y niñas nos han realizado en las pruebas nº 3, 4, 5 y 6, referidas a la casa. En la fachada, el cuadrado en ocasiones es sustituido por un rectángulo, que ejerce las mismas funciones gráficas que el cuadrado, puesto que a estas edades todavía no tienen una clara distinción entre ambas formas geométricas, ya que para ellos consisten en una pequeña superficie cerrada y limitada con cuatro rayitas.

Una vez acabada la fachada frontal, y a medida que se avanza en el desarrollo gráfico, aparece la fachada lateral, como forma de completar un volumen a base de superficies bidimensionales, puesto que a estas edades se sienten incapaces de plasmar con cierta aproximación la representación de los cuerpos tridimensionales.

El modo habitual de ampliación de la casa es por el lado derecho, ya que, de esta forma, los diestros emplean la misma dirección que tiene la escritura occidental, es decir, de izquierda a derecha. En cambio, quienes desde pequeños ya apuntan a ser zurdos la trazan en el lado izquierdo, según se mira la lámina, coincidiendo con la dirección dominante que para ellos irá afianzándose con el paso de los años, es decir, de derecha a izquierda.

En ambos casos, acuden al trazado de un cuadrado o al rectángulo para completar la imagen del edificio. La cubierta lateral la realizarán con una forma de rombo o trapezoidal, como derivación del rectángulo. Por otro lado, suelen emplear de nuevo otro rectángulo para el trazado de la chimenea de la que habitualmente sale humo en forma línea recta o de cicloide alargado.

Resulta curiosa la imagen de la chimenea en el dibujo de los niños, ya que tiene un carácter universal, al tiempo que creemos que pocos han visto de manera directa chimeneas sobre las casas. En este caso, nos inclinamos a pensar en el valor iconográfico que poseen los cuentos infantiles, que es de donde ellos extraen en ocasiones parte de las imágenes que configuran su pensamiento visual.

- El triángulo

El triángulo es otra de las formas geométricas elementales que hemos analizado, ya que, junto al círculo y al cuadrado, tiene gran importancia en las producciones de los niños como parte de su lenguaje gráfico y como exteriorización de su pensamiento visual.

Desde el punto de su génesis y evolución, habría que apuntar que a la edad de 3 años su trazado suele ser impreciso para la mayoría de ellos, puesto que habitualmente lo trazan como una forma alargada con los lados un poco ondulados.

A los 4 años, sí hay un mayor control de este grafismo geométrico, de modo que lo podemos ver como una forma geométrica que aparece en la etapa del garabateo, sin que inicialmente tenga una función como signo visual, ya que surge de modo espontáneo con la intención de expresar una superficie cerrada con tres rayitas.

Una vez que las formas gráficas adquieren el valor de significantes dentro del lenguaje gráfico, vemos que el triángulo, al igual que el cuadrado, es muy utilizado en el dibujo de la casa para la construcción del tejado en la fachada de la casa infantil. De este modo, pasa de ser una forma geométrica básica que surge espontáneamente dentro de los garabatos a convertirse en un signo de comunicación visual.

El triángulo resulta, pues, necesario para acabar la fachada de la casa, puesto que sin él, el edificio más apreciado por niños y niñas de cualquier parte del mundo, estaría incompleto. Esto lo hemos podido comprobar en un gran número de láminas de las pruebas referidas a este tema. Así, en las pruebas 3, 4, 5 y 6, se hace casi necesario situar una forma triangular sobre el cuadrado o rectángulo que forma la pared frontal de la casa para que esta quede completa.

También se emplea con bastante frecuencia para trazar la falda de las figuras femeninas, como vemos en las pruebas sobre la temática de la familia. De este modo, el triángulo como forma geométrica básica acaba sirviendo para diferenciar los distintos géneros: el rectángulo se emplea para el trazado de los pantalones, en el caso de las figuras masculinas, y el trapecio, como derivación del triángulo, para la representación de la falda o del vestido, en el de las figuras femeninas.

Entendemos que dentro del pensamiento visual del niño se produce una traslación de las formas percibidas de la realidad a la posibilidad de construir un lenguaje gráfico que haga diferenciar por algún signo externo la masculinidad de la feminidad. Y no tiene más remedio, en estas edades, que acudir a su corto bagaje gráfico-visual para manifestar algo tan complejo como son las diferencias de géneros. No obstante, niños y niñas se sienten completamente satisfechos con esta expresión que consideran suficiente desde el punto de vista comunicativo.

Puesto que el lenguaje gráfico infantil, de forma paralela al lenguaje oral, está en constante proceso de cambio, en algunas ocasiones el triángulo, tal como apuntamos anteriormente, se transforma en un trapecio, puesto que la forma triangular al acabar en punta les resulta incómoda para representar la cintura femenina.

Dado que este recurso ha sido citado por una gran parte de los investigadores del arte infantil, y puesto que lo hemos constatado en la investigación, podemos decir que es casi universal dentro de los recursos gráficos que emplean en los inicios de la representación figurativa.

- La cruz

Como grafismo geométrico abierto, aparece tempranamente, ya que a la edad de 3 años lo ejecutan gran parte de niños y niñas que participaron en la investigación. Hemos de considerar que el control que hay que ejercer sobre las dos rayitas que la forman es relativamente sencillo: una vez que han trazado la horizontal, tienen que pensar que otra rayita similar debe cortarla perpendicularmente en la mitad de la primera de forma vertical.

En las pruebas 1 y 2 sobre dibujo libre, encontramos tanto la cruz como el aspa, en ocasiones trazada de forma accidental como el cruce de dos líneas rectas, y otras veces de forma premeditada. Lógicamente, en los comienzos carece de valor de signo de comunicación, puesto que son los inicios gráficos infantiles, en los que no cabe esperar que el niño relacione estas formas geométricas básicas que van surgiendo en su

desarrollo motor con el complejo mundo exterior que le rodea, cargado de estímulos visuales y en los que no se encuentran fácilmente cruces o aspas; estas últimas como derivación de las primeras.

A partir de esa edad de 4 años, el afianzamiento es muy claro, no ofreciendo ningún tipo de problema su ejecución.

Dentro de las funciones gráficas, su mayor empleo se encuentra en la unión interna con el cuadrado, aunque, en ocasiones, aparece junto al círculo o incluso el triángulo en la construcción de las ventanas de la casa infantil, como podemos observar en prácticamente todas las láminas de los escolares de 4 y 5 años referidas a este tema dentro de las diferentes temáticas del dibujo sin modelo previo.

Resulta llamativa la solución que niños y niñas emplean en la realización de las ventanas de las casas, puesto que visualmente responderían mejor al trazado de un rectángulo vertical con una rayita también vertical en la mitad de superficie. Sin embargo, les satisface más la solución de un cuadrado con una cruz en su interior.

- El aspa

A pesar de la semejanza que posee con la cruz, no tiene tantas aplicaciones como esta última forma en el lenguaje gráfico infantil. Como grafismo que surge en la etapa del garabateo, carece de valor como signo de comunicación visual. Posteriormente, ya en el comienzo de la figuración, alrededor de los 4 años, lo encontramos en la unión con el cuadrado para representar una carta, o cuando se une con el círculo y aparece dentro del frontal triangular de la casa infantil. En edades algo más avanzadas, el niño utiliza el aspa en el trazado de los molinos de viento o en aquellos objetos que tengan remolinos.

Un aspecto que nos llamó poderosamente la atención fue cuando se les propuso a niños y niñas, por ejemplo en la prueba 13, que realizaran el aspa de forma aislada dentro de un cuadrado, pero sin incluirlo en un dibujo, mediante un ejercicio de copia, resultando sorprendente que un número bastante amplio de ellos no sabía ejecutarla, sustituyendo el cruce inclinado de dos rayas que se cortan por cuatro rayitas inclinadas en diferentes direcciones, con intento de encontrarse en el punto de cruce. Sin embargo, para el caso de la realización de un dibujo no suelen tener ningún problema a la hora de trazar esta figura.

Lo anterior nos lleva a pensar que las formas geométricas puras son más difíciles de comprensión que aquellas que pertenecen al mundo de la realidad visual con el que se puede tener experiencias y sensaciones directas.

- El punto

El punto con grosor nace en la etapa del garabateo cuando el niño emplea el lápiz o el rotulador de manera vertical sin desplazar la mano. Carece, pues, de significado en sus inicios, ya que es una mera huella que deja en la superficie de la lámina. Por otro lado, no tiene el mismo valor que el punto geométrico, en cuanto que a este se le considera sin dimensión, mientras que el punto trazado por el niño es de corte gráfico, con reducidas dimensiones y diferenciado de la mancha, ya que en este caso sí ha intentado ampliar las dimensiones pictóricas.

Una vez que entra en la etapa del comienzo de la figuración adquiere valor semiótico al significar algún elemento o parte de una figura. Como tal, es frecuente en los dibujos infantiles de la figura humana, pues lo emplea para la representación de los ojos o de las pupilas.

Otro uso es su utilización para el trazado de los botones de la ropa, muy habitual en el arte infantil, ya que, a pesar de las pequeñas dimensiones que tienen los en relación a la figura humana, nos recuerda que para los niños y niñas el aprendizaje de abrocharse la ropa adquiere gran importancia para ellos, por lo que no es de extrañar que ese gesto implique, en la mente de los pequeños, una singular importancia.

- La raya

Inicialmente, la raya aislada que aparece en el arte infantil es un grafismo no geométrico diferenciado de la línea recta, puesto que esta última supone un control motriz que a la edad de dos años el niño todavía no posee.

Una vez que entra en la fase del garabato controlado, la raya acaba transformándose en línea recta, formando parte del conjunto de la mayoría de los grafismos rectos, puesto que sus figuras básicamente se componen de líneas abiertas y de superficies cerradas.

En la etapa del comienzo de la figuración, es decir a los 4 y 5 años, la raya, como trozo de línea recta, sirve para representar elementos estrechos y alargados de la figura humana, como pueden ser el pelo, la nariz, la boca, los brazos y las piernas.

Dentro de la naturaleza, será la línea de base la que sirva para expresar el suelo en el que se apoyan las figuras y los objetos sólidos. Por otro lado, se emplea en el trazado de elementos como los tallos de las flores, la lluvia y los rayos del sol y, en general, prácticamente cualquier elemento que tenga una forma de tipo lineal alargada.

- El cicloide

Grafismo muy frecuente en la etapa del garabateo, puesto que nace del movimiento articulado del brazo y de la mano, cuando el niño intenta realizar lazos unidos entre sí a partir del desplazamiento lineal del propio brazo. Como el resto de los garabatos, carece de significado representacional, por lo que la función del pequeño será la de memorizar este tipo de movimiento para lograr reproducir el grafismo.

Una vez que entra en la etapa del comienzo de la figuración, el cicloide es utilizado para representar, principalmente, el humo que sale de las chimeneas de las casas o del vagón del tren, como podemos apreciar en las pruebas 9 o 16, entre otras. Este uso, básicamente, ha sido aprendido, especialmente a través de los cuentos infantiles, pues es posible que los niños no hayan visto el humo de trenes dado que actualmente funcionan por energía eléctrica.

También aparece en pequeños detalles gráficos como pueden ser el pelo femenino, con forma de epicicloide en otras ocasiones. Fragmentos de cicloides los utilizan para representar las manos de la figura humana o para pájaros que están volando.

En la prueba 10, en la cual tenían que continuar una serie de líneas, entre las que se encontraban dos cicloides, comprobamos que, mientras que una parte importante de los niños comienzan el trazado del cicloide a la edad de 3 años en sus dibujos libres, hay muchos otros que no son capaces de ejecutarlos, especialmente en ejercicios de copiado, por lo que acaban sustituyéndolos por otros garabatos curvados en forma de remolinos o mediante una línea con círculos, como podemos apreciar en las láminas correspondientes a esta prueba.

- El epicicloide

Como grafismo que nace en la fase del garabato controlado, consideramos que es menos habitual que el cicloide, puesto que implica varios movimientos motrices articulados entre ellos. No obstante, desempeña un papel muy significativo en las primeras representaciones figurativas infantiles.

Así, hemos comprobado que niños y niñas lo utilizan para trazar el pelo femenino, lo que es signo de identificación de género al ser diferenciado del pelo masculino, puesto que para realizarlo acuden normalmente al rayado.

Otros usos, ligados al pensamiento visual infantil, lo encontramos en el dibujo de las copas de los árboles, de las hojas de las flores y de las nubes, como podemos comprobar

en muchas de las láminas de las pruebas “Sin modelo previo”, en las que debían dibujar “la casa” y sus variantes, o “la familia”.

- La espiral

Uno de los grandes descubrimientos del niño en la etapa del garabateo es el trazado de una línea curva continua que se cierra sobre sí misma, diferenciándose claramente del círculo, puesto que, en este caso, la curva acaba en el mismo lugar en el que nació. Nos encontramos ante la denominada como espiral.

Esta curva presenta dos modalidades formales, al igual que dos sentidos de giro, por lo que desde el punto de vista motor son cuatro trazados diferenciados. Inicialmente, ofrece dificultades de realización a la edad de 3 años, por lo que suele ser reemplazada por el característico remolino, que es una curva que gira en un determinado sentido, produciendo cortes y superposiciones, por lo que no es un grafismo muy adecuado para saber el sentido de giro a esta edad.

Es frecuente que en aula, el profesor o la profesora le llame “el caracol”, por lo que niños y niñas que, en principio, no le atribuyen ningún significado representativo, acaben uniendo dos signos, el gráfico y el lingüístico, por lo que en sus mentes se dan las condiciones para un posterior uso simbólico.

Por otro lado, a la edad de 4 años, la espiral dominante es aquella que tiene un sentido de giro positivo y se traza de fuera hacia adentro, cerrándose de manera paulatina. Así pues, hemos podido comprobar en las pruebas 15, 17 o 20, en la que tenían que dibujar espirales, que es cuando los niños y niñas han cumplido los 5 años, se encuentran mayoritariamente capacitados para la ejecución de ambas, aunque hay que especificar que el trazado lo realizan preferentemente de fuera hacia dentro, ya que el control de la curva de apertura continua de dentro hacia fuera les resulta bastante más complicado llevarlo a cabo.

Como forma con carácter figurativo, inevitablemente, la encontramos en aquellos dibujos en los que aparecen caracoles. También es empleada cuando los pequeños tienen que representar las olas del mar o casos similares.

- La onda

La onda que nace en la etapa del garabateo sin valor semiótico, posteriormente, se trazará como signo gráfico con un valor figurativo impreciso, aunque en su versión como línea en diente de sierra es habitual para la representación de las montañas. De este modo, hemos podido comprobar, en los resultados de la prueba 10, que a los niños

y niñas de 3 años les resulta bastante difícil ejecutar la onda, por lo que le buscan un sustituto, que lo encuentran frecuentemente en la línea alargada recta o en diente de sierra, e incluso mediante círculos.

Además, se ha observado en varias de las pruebas realizadas que, en general, los niños y niñas de Educación Infantil, especialmente los de menor edad, son capaces de realizar las distintas formas geométricas elementales en sus producciones libres, como pueden ser dibujos sin modelos, regalos de reyes, casas o de la familia, con mucho más acierto que cuando se les presenta una prueba dirigida o de copia. Ante estas últimas es frecuente que expresen que “no saben” o “no pueden” hacerlas, mientras que, como hemos señalado, en sus dibujos espontáneos las suelen trazar sin dificultad.

12.3.2. Objetivo nº 2: *Estudiar el círculo como la forma geométrica básica que, naciendo dentro del dibujo infantil, se configura como un elemento indispensable en la geometría adulta y el pensamiento visual.*

Si hay un grafismo geométrico fundamental en los dibujos infantiles a la edad de 3, 4 y 5 años, ese es el círculo, cuya importancia ha sido comentada a lo largo de todo el trabajo, ya que el niño en sus inicios lo emplea en sus dibujos para representar casi cualquier cosa, ya que expresa, tal como apuntaba Arnheim, la cualidad más general de la “cosidad”, es decir, la compacidad del objeto sólido frente al fondo indeterminado.

En las distintas pruebas realizadas por los pequeños, podemos apreciar que es la figura geométrica básica que más surge en estas primeras edades, de modo que en los trazados a la edad de 3 años, en las pruebas 1ª y 2ª, aparece el dibujo del círculo o el remolino en un 69 % y 72 % respectivamente, cifra muy superior a la de otras figuras geométricas.

En las siguientes pruebas realizadas en el apartado “Sin modelo previo”, esta forma geométrica básica sigue siendo una de los más utilizadas, destacando su empleo en partes tan esenciales en la iconografía infantil como son el rostro de la figura humana o en el dibujo del sol, elementos de primer orden en el repertorio de los símbolos gráficos infantiles dentro del pensamiento visual del niño.

El rostro es el signo que simboliza la identidad de la persona, hasta el punto de que en algunas ocasiones es el único elemento que utilizan para representar a la figura humana. Dentro de él, suelen trazar los ojos y, en ocasiones, las fosas nasales, con pequeños círculos; y adherido al rostro añaden las orejas con forma circular. Otras veces acuden al óvalo, como grafismo derivado del círculo, para trazar el tronco en los inicios de la

figura humana. De igual modo, es frecuente encontrar el círculo en el trazado de manos y pies, puesto que ambas partes corporales son fácilmente asimilables a esta forma geométrica básica.

Son varias las pruebas realizadas en la investigación en las que se ha analizado y estudiado el círculo, ya que como figura geométrica básica forma parte esencial del lenguaje visual del niño desde las primeras edades, puesto que es el esquema visual más simple, al tiempo que es la primera forma que se obtiene en la fase de los garabatos controlados por el movimiento natural que ofrece el brazo al realizar un giro cerrado. De todas las pruebas llevadas a cabo, cabría citar la 20, en la que niños y niñas debían copiar varias figuras, entre ellas un círculo, y realizar un dibujo con ellas.

Lo primero que habría que destacar es la elección de la temática que buscaron en la que podrían incluir al círculo. De forma mayoritaria, optaron por escenas en las que aparecía la figura humana de un modo claro, donde el círculo sirve para representar la cabeza (36 %), así como distintos elementos de ella: los ojos, boca, orejas o nariz. Este hecho nos lleva a adelantar que tienen fuertemente asociada la imagen del rostro a la de un círculo. No debemos olvidar que la cara es el centro de la personalidad, el lugar donde se producen funciones básicas como hablar, oír, oler, comer, pensar, etc., lo que significa para la mente infantil es el lugar en el que se gesta la identidad humana.

Otro elemento asociado al círculo en las creaciones infantiles es el de la figura del sol. Esto se debe a la habitual presencia del astro en los dibujos espontáneos del niño, en este caso con un 26 % del total de dibujos de la prueba indicada, por lo que no es de extrañar que cuando se le proponga que dibuje unas figuras con círculos aparezca de manera significativa el astro solar. En el pensamiento visual infantil, el sol y el círculo conforman una estrecha relación que se exterioriza de modo habitual en la iconografía de los niños.

Tras el rostro humano y la figura del sol, el tercer elemento que niños y niñas relacionan con el círculo es la pelota, con un 20 % del total de las pruebas recogidas. Este hecho es bastante comprensible, puesto que si hay un juguete de tipo universal dentro de los juegos infantiles es precisamente la pelota, con forma esférica, pero que ellos la traducen a través de esa forma geométrica básica como es el círculo.

Otra de las pruebas centradas en este grafismo geométrico es la nº 12, en la que debían dibujar uno, dos y tres círculos en varias hojas. Entre los objetivos perseguidos, se encontraba analizar dónde y cómo lo representan. Comprobamos que el tamaño suele ser mayor en niños más pequeños, los cuales también tienen más dificultad a la hora de

trazarlos correctamente y de unir el punto de inicio y el final. De hecho, aproximadamente un 60% de los que realizaron esta prueba no lo cierran, seguramente no porque no sepan hacerlo, sino porque inicialmente no consideran totalmente necesario que exista el cierre para identificar esta figura.

En la investigación llevada a cabo, y con anotaciones en el diario de clase, se confirman los estudios llevados a cabo sobre los aspectos motrices del brazo y de la mano sobre los círculos, espirales y cicloides, de modo que hemos comprobado que el sentido dominante en los diestros, o realizados con la mano derecha, es el contrario al de las agujas del reloj; mientras que aquellos que han sido ejecutados por los zurdos, o con la mano izquierda, tienen tendencia a seguir el mismo que llevan las agujas del reloj. Esta observación es pertinente, puesto que hay que considerar que la investigación se ha llevado a cabo con sujetos en los que la lateralidad, a los 3 años, no está todavía consolidada, por lo que debe prestarse especial atención a esta circunstancia.

De este modo, los sentidos de giro dominantes descritos hay que adecuarlos a las edades y al tipo de grafismo de que se trate, pues la consolidación de un sentido de giro se forma de manera paulatina en la práctica. Así pues, en la prueba 10, en la que varios participantes realizan algunas de las copias de líneas onduladas o cicloides utilizando círculos, a la edad de 3 años, encontramos que el sentido de giro positivo, contrario a las agujas del reloj, empieza a adquirir predominancia en niños y niñas que utilizan la mano derecha en el trazado de sus curvas, a pesar de que en algunos casos es posible ver que en el trazado de los círculos se aplican los dos sentidos de giro.

A la edad de 4 años, se empieza a manifestar una clara predominancia del sentido positivo en los grafismos curvos de tipo aislado, como son el círculo y la espiral. Y a la edad de 5 años, sí podemos constatar que los niños y niñas -en su mayoría diestros- emplean como sentido dominante el contrario al de las agujas del reloj, pero este sentido de giro va a estar condicionado por la dirección de izquierda a derecha que se refuerza con el aprendizaje de la escritura.

En los casos de los niños y niñas zurdos, que ya se habían confirmado como tales a la edad de 5 años, hemos podido constatar cómo su sentido predominante es el mismo que el de las agujas del reloj, lo que no impide que el trazado de los círculos lo realicen sin ninguna dificultad.

12.3.3. **Objetivo nº 3:** *Analizar la formación y el desarrollo de las formas geométricas derivadas de las básicas, como son el rectángulo, el rombo y el trapecio, y su relación con aquellas.*

Las tres formas geométricas básicas, tal como hemos ido viendo a lo largo del trabajo, que implican una superficie cerrada y que nacen de forme espontánea dentro del desarrollo gráfico infantil, son el círculo, el cuadrado y el triángulo.

La primera es el resultado de un movimiento de giro de rotación del brazo, de modo que, en la fase del garabato controlado, el niño pretende acabar en el mismo punto por el que inició el trazado.

El cuadrado y el triángulo configuran dos superficies cerradas cuyos límites están contruidos con líneas rectas, por lo que, necesariamente, el niño tiene que interrumpir el trazado a medida que plasma cada trozo de rayita, hasta lograr cerrar esas pequeñas superficies.

No obstante, en las edades tempranas, surgen unas formas geométricas que se derivan del cuadrado sin que el pequeño sea consciente de que está creando algo que tiene cualidades topológicas y geométricas distintas a la forma que inicialmente quiere trazar. Nos referimos al rectángulo y, más tarde, al trapecio y al rombo. Estas formas, tal como hemos comprobado en la investigación, adquieren verdadera entidad en el pensamiento visual del niño al finalizar los 4 años o, mejor aún, cuando ha entrado en los 5 años.

Respondiendo a uno de los objetivos marcados en el trabajo de investigación, analizamos el significado de estas tres formas geométricas derivadas del cuadrado.

- El rectángulo

Como hemos comprobado, el rectángulo nace casi al mismo tiempo que el cuadrado en el desarrollo gráfico infantil, puesto que a la edad de 3 años, el objetivo de niños y niñas es el de elaborar una superficie cerrada con cuatro líneas rectas, implicando un dentro y un fuera que marca esta forma geométrica.

Una vez superada la etapa del garabateo y entran en la etapa del comienzo de la figuración, tanto el cuadrado como el rectángulo adquieren el valor de signo gráfico con los cuales pueden comunicar elementos de su pensamiento visual a través de su lenguaje gráfico.

Inicialmente, a los 4 años, tanto el cuadrado como el rectángulo ejercen las mismas funciones representativas, por lo que ambas formas geométricas las asocian con la fachada de la casa, así como las puertas y las ventanas de las mismas. Esto, que es de

sobras conocido por los estudios de los autores que han indagado en el arte infantil, lo corroboramos en los numerosos dibujos que nos han realizado en las pruebas referidas a la representación frontal de la casa y sus derivaciones, correspondientes a las pruebas 3, 4, 5 y 6.

Otros usos destacados del rectángulo los encontramos en el trazado del cuerpo de la figura humana, a la hora de la representación de brazos y piernas de las propias figuras. En estos casos, empieza a asomar la idea en el pensamiento visual infantil de que el rectángulo es una forma geométrica que cumple funciones distintas a las del cuadrado, pues mientras este se suele usar para el tronco, no así para los miembros alargados que son los brazos y las piernas.

En el caso de los troncos de los árboles, sí estamos en condiciones de afirmar que el uso del rectángulo como forma habitual de los mismos es el resultado de la idea de que para ellos no sirven los cuadrados, lo que nos lleva a interpretar que han asumido las diferentes cualidades entre ambas formas geométricas básicas.

- El trapecio

De igual modo que en el caso del rectángulo, el trapecio en la etapa del garabateo equivale a una superficie cerrada con cuatro rayas, sobre las que el niño todavía no ejerce un claro control, por lo que la resultante es una figura que podemos interpretarla como un cuadrado o rectángulo no bien trazado.

En el arte infantil, una vez superada la etapa del garabateo y el niño comienza con sus representaciones figurativas, suele aparecer con bastante frecuencia en el trazado de la falda de las figuras femeninas. De este modo, sirve para diferenciar las figuras que pertenecen al género masculino de aquellas que son del femenino. Entendemos que, desde el punto de vista perceptivo, es la superación del triángulo con el que inicialmente las niñas comienzan el trazado del tronco femenino, pero, con el desarrollo gráfico, comprueban que esta forma geométrica conduce a que la figura de la mujer carezca de cintura.

En ocasiones, el trapecio rectangular lo encontramos en la representación del tejado de las casas, cuando los niños las realizan con fachada lateral. De todos modos, hay que aclarar que, desde el punto de vista cognitivo y en las edades estudiadas, desconocen las propiedades geométricas de estas figuras, por lo que ellos se limitan a ir incorporándolas a sus dibujos a medida que las necesidades gráficas y comunicativas vayan apareciendo.

- El rombo

Junto al cuadrado, el rectángulo y el trapecio, es la cuarta forma geométrica básica obtenida a partir de la creación de una superficie cerrada con cuatro líneas. En la etapa del garabateo, su aparición es más bien de tipo accidental, puesto que la inclinación de los lados con los correspondientes ángulos agudos no les resulta fácil memorizar a los pequeños de 3 años, por lo cual los autores que han investigado en el arte infantil no la incorporan como forma que se adquiriera de manera autónoma en esta etapa.

En nuestra investigación, se planteó su realización en una de las pruebas de “Modelos bidimensionales”, concretamente la 11, en la que los niños debían copiar varias figuras, entre ellas un rombo.

De su análisis, podemos concluir que prácticamente todos encontraron dificultades a la hora de realizar el rombo correctamente, de modo que varios trazaron la figura con los ángulos de 90°, limitándose a girar 45° el cuadrado resultante. Con ello, se desprende que entendían la forma romboidal por la inclinación de los lados, pero como no comprendían sus características topológicas, acudieron al giro de un cuadrado como respuesta a la prueba que se les planteaba.

En otros casos, han tenido que repetir varias veces su trazado hasta encontrar una solución que consideraban satisfactoria con ángulos correctos, e, incluso, algunos han optado por trazar cuadriláteros irregulares que poco tenían que ver con esta figura.

Como conclusión de esta prueba, entendemos que el rombo en cuanto figura geométrica no forma parte del pensamiento visual de niños y niñas de 4 y 5 años. Sin embargo, a la edad de 5 años lo utilizan, como hemos indicado, para el tejado de la casa; de todos modos, no es una forma geométrica autónoma, sino que es parte de un conjunto, pero que ellos todavía no saben independizar.

12.3.4. Objetivo nº 4: *Investigar los procesos motrices conducentes a las relaciones geométricas elementales –horizontalidad, verticalidad, oblicuidad, paralelismo y simetría- y a las relaciones topológicas –alineación, derecha-izquierda- en las representaciones bidimensionales.*

Desde edades muy tempranas, el niño tiene colocada en su mesa una superficie en la que debe realizar sus trabajos escolares. Habitualmente, es una hoja blanca en la que realiza sus garabatos. Inicialmente, son garabatos no controlados, tal como apuntan todos los autores que han trabajado en este ámbito. Hacia los dos años y medio, con la

aparición del garabato controlado, debe enfrentarse a las cualidades topológicas que marca la hoja de trabajo, es decir, tiene que decidir si la usa en posición horizontal o vertical. Esta elección le planteará retos a sus grafismos, ya que, de un modo u otro, habrá que decantarse por algunas de las cualidades topológicas que marcan los formatos, al tiempo que se inclinará por unos determinados movimientos para trazar las formas y figuras de sus dibujos.

Dada su relevancia, uno de los objetivos de la investigación consistía en conocer los procesos motrices y las relaciones geométricas elementales de los escolares de Educación Infantil.

- Horizontalidad-verticalidad-oblicuidad

La línea visualmente más simple es la línea recta, aunque para el brazo y la mano, que son los que deben ejecutarla, no es la más simple ni mucho menos, ya que para producir la rectitud es necesario activar una disposición muscular compleja. Hemos de tener en cuenta que la línea recta es la que introduce la extensión lineal en el espacio y, con ello, la idea de dirección. Por otro lado, a partir de las direcciones vertical y horizontal se alcanzan el ángulo recto y el cruce ortogonal, propiedades geométricas que establecen la base del armazón de sobre el que descansa nuestra concepción del espacio bidimensional.

El estudio de las direcciones horizontal y vertical es de gran importancia para llegar a conocer las producciones que desarrolla el niño, ya que ambas direcciones necesariamente surgen cuando se enfrenta al trazado de distintos elementos en el dibujo de las figuras, sean geométricos o de elementos reales, puesto que contienen una o más rayas horizontales y verticales.

La horizontalidad y la verticalidad, como cualidades que nacen de las rectas que se encuentran en esas posiciones, se complementan con la oblicuidad surgida de las rectas diagonales o inclinadas con respecto a los ejes ortogonales. Desde el punto de vista perceptivo, la oblicuidad se entiende como desviación de esos ejes ortogonales, por lo que aporta un carácter eminentemente dinámico.

Como resultado de la prueba nº 10 realizada a los 3 años, “Continuidad de líneas”, comprobamos que a esta edad los niños y niñas participantes en la prueba no son capaces de mantener la horizontalidad debido a su inmadurez cognitiva y motriz. Para resolver el problema, recurren al trazado rectas con cierta oblicuidad, aunque no podemos afirmar que la generen de forma consciente, sino más bien que es producto de

las dificultades que se presentan en el mantenimiento de un control motor que no son capaces de ejercer.

Sin embargo, a la edad de 4 años, los niños comprenden que las rectas oblicuas tienen un carácter diferenciado que aquellas otras que se basan en horizontalidad y la verticalidad.

- Paralelismo

La idea o concepto de paralelismo se abordó en los tres cursos de Educación Infantil para saber en qué momento los escolares asimilaban esta cualidad geométrica.

Por la prueba “Continuidad de líneas”, comprobamos que el niño de 3 años tiene dificultades para representar el paralelismo de dos rectas, ya que supone un control mental y el afianzamiento de unas destrezas que todavía no está en condiciones de ejercer. No obstante, hay casos de niños o niñas en los que se aprecia un intento de ejecución de trazados en los que se intuye cierta idea de paralelismo, pero muy pronto asoma la inclinación hacia arriba o hacia abajo.

Dentro de las pruebas “El tren” y “La antena” analizamos el paralelismo en niños y niñas de 4 y 5 años. En la primera de ellas, se da un porcentaje equilibrado entre aquellos que mantienen un aceptable nivel paralelismo entre las líneas con otros que se desvían, ya que, aunque suelen comenzar a trazar líneas paralelas, muy pronto se inclinan con cierta facilidad. Esto nos dice que hay que ser bastante flexible, puesto que a esta edad no se les puede exigir que mantengan el paralelismo cuando dibujan una línea de bastante extensión; su aplicación, por tanto, debe ser en líneas rectas cortas.

En la segunda de las pruebas, “La antena”, en la que debían trazar líneas paralelas de corta longitud, los resultados fueron diferentes, ya que un número alto de alumnos consiguió dibujar con bastante corrección las tres líneas paralelas.

Entendemos que, a partir de 4 años, el concepto de paralelismo es comprendido y asimilado como parte de sus procesos cognitivos para objetos que contienen elementos paralelos de corta extensión, caso de las antenas de televisión; sin embargo, habría que diferenciarlo del concepto de paralelismo que se da en la geometría, ya que es una idea abstracta difícil de comprender a estas edades.

- La simetría

Una de las propiedades topológicas de las formas y de las figuras es la capacidad de mostrar la simétrica con respecto a un eje o a un plano. Por las respuestas dadas a las pruebas nº 15 y nº 18, que con los títulos de “Forma especular” y “La mariposa” se les

presentó a niños y niñas de 3, 4 y 5 años, comprobamos, como era razonable esperar, que a la edad de tres años las equivocaciones en el trazado de formas simétricas son superiores a los de las edades siguientes.

Hay que destacar especialmente los resultados obtenidos en la prueba nº 18, “La mariposa”, que realizaron los niños de 3, 4 y 5 años, y en la cual hubo dos versiones: el primer año con las alas del lado izquierdo en las que había una serie de elementos que debían reproducir en el lado derecho, y el segundo sin ningún grafismo, siendo los propios alumnos los que debían decorar, sin ningún modelo ni ninguna premisa previa, las cuatro alas de la mariposa.

Los resultados fueron muy diferentes en cada uno de estos dos años, destacando que, en todas las edades estudiadas, los resultados cuando tenían que decorar la mariposa sin ningún modelo previo fueron bastante mejores que cuando debían reproducir el ejemplo propuesto, aspecto que se aprecia especialmente en 3 años, donde los datos obtenidos son similares a los de 4 o 5 años.

- Relaciones topológicas

El estudio del espacio topológico y de las relaciones geométricas que nacen del mismo son gran importancia en desarrollo perceptivo del niño y en las representaciones gráficas infantiles, pues forman parte del lenguaje visual que estamos estudiando.

Hemos de tener en cuenta que el sujeto, en el proceso de madurez, entiende que debe ocupar todo el espacio topológico, es decir, la lámina de manera completa, cuando se trata de llevar a cabo la representación de una escena, o, de manera proporcional, cuando es un objeto al que hay que dibujar, de forma que se encuentre equilibrado con la superficie a ocupar.

No obstante, y aunque no existe una exigencia estricta en cuanto al lugar y a la ocupación de la superficie, los pequeños tienen una tendencia al equilibrio interno, que se puede traducir, para el caso de 3 años, en ocupar toda la superficie en la que tienen que representar los grafismos geométricos. No les importa la repetición o la desproporción que pueda aparecer a la hora de trazarlos, puesto que el objetivo prioritario es llenar la hoja ocupándola toda. No se encuentran, pues, tendencias a la alineación horizontal ni vertical, aunque podemos apreciar en bastantes ocasiones que tienden a utilizar el centro o uno de los lados de la superficie, principalmente la zona superior y el lado izquierdo.

A la edad de 4 años, se produce un cambio de planteamiento, ya que el niño busca un orden que organice la presentación de los grafismos a copiar, huyendo del “caos” de la etapa anterior. Así pues, muestra cierta secuenciación, bien a través del alineamiento de los grafismos o bien concentrándolos en una zona concreta, que suele corresponder con el centro o zona superior derecha.

En las pruebas en las que se estudiaba la distribución topológica, comprobamos que los niños y niñas de 3, 4 y 5 años acudían, en el momento de la distribución de sus grafismos geométricos, principalmente a la ordenación horizontal, quizá influidos por los ejercicios de preescritura que, a partir de los 4 años, realizan en clase con sus profesoras. Otras de las modalidades que más encontramos era la concentración en el centro del espacio topológico, a veces, desplazado hacia arriba o hacia abajo.

- Alineación

Con respecto a la alineación, cualidad topológica de gran relevancia en el proceso del desarrollo gráfico, por el análisis de las pruebas entendemos que es el resultado o la síntesis de una componente innata y otra de aprendizaje.

Así, en la prueba de “La caja”, se observa que a medida que aumenta la edad de los sujetos también crece el número de ellos que representan los distintos grafismos de forma alineada. Suelen comenzar por la parte superior izquierda, lo que nos demuestra la influencia que empieza a ejercer el aprendizaje de la escritura a la hora de elegir el punto de inicio del dibujo. Una vez acabada esta primera línea, hacen una segunda, una tercera, una cuarta, etc., hasta que consideran que han completado correctamente esta actividad.

De este modo, el niño de 3 años se conduce más por la ocupación de todo el espacio que por trazar una alineación de los grafismos propuestos, al tiempo que tiende a mantener el tamaño de los grafismos, aunque con ciertos problemas, de modo que encontramos fácilmente elementos de mayor o menor tamaño que el modelo propuesto. A los 4 años se va avanzando progresivamente en los procesos de alineación de las formas trazadas, de modo que, a los 5 años, entendemos que acaba afianzándose con claridad en esta cualidad topológica y geométrica.

- Izquierda-derecha

Uno de los aprendizajes significativos de los escolares es el de la escritura, por lo que toda persona alfabetizada la ha asimilado e interiorizado como algo consustancial a su formación humana. Y dentro de la escritura, un aspecto de singular importancia es el

aprendizaje del uso de la dirección que marca la escritura occidental o latina: la que va desde la izquierda a la derecha.

Dada la importancia de esta cualidad topológica, se abordó en distintas pruebas de la investigación para saber su proceso de adquisición, la evolución y la consolidación de la misma.

Así, a la edad de 3 años, aunque se aprecia el uso prioritario de la dirección izquierda-derecha, encontramos que la dirección opuesta, derecha-izquierda, aparece con bastante frecuencia en las líneas alargadas, como pueden ser las rectas, las quebradas, los cicloides y las ondas. De este modo, en la prueba nº 10, “Continuidad de líneas”, se observa que el sentido en el que realizan los distintos trazados varía de unas líneas a otras, por lo que se encuentra en una misma lámina algunas de ellas con el sentido izquierda-derecha y otras con el contrario.

En el paso a los 4 años ya se afianza con bastante claridad la dirección izquierda-derecha en los niños y niñas diestros; sin embargo, en los zurdos, que hemos visto en el trabajo de investigación, su dirección dominante era la opuesta, es decir, la de derecha-izquierda.

De este modo, en las distintas pruebas en las que se abordaba este aspecto, como puede ser la construcción de la casa, con sus variantes, se comprueba que los diestros dibujan en la parte izquierda la fachada principal, y a su derecha la fachada lateral; mientras que, en el caso de los zurdos, la representaban al revés, como podemos observar en varias de las láminas.

Con esta cuestión empieza uno de los problemas al que deben de enfrentarse niños y niñas zurdos, puesto que van a tener que adaptarse a una dirección contraria a la que biológicamente están determinados, ya que a esta edad se les inicia en los aprendizajes de la lectoescritura, con el consiguiente reconocimiento y realización de las primeras letras y palabras.

A la edad de 5 años, ya hay un afianzamiento definitivo, de modo que la dirección izquierda-derecha tiene que ser aprendida por los zurdos, puesto que en los diestros es su dirección natural dominante. No obstante, aunque esta dirección la adquieren para la escritura, podemos observar que en los dibujos que realizan los niños zurdos, normalmente continúan manteniendo su dirección dominante desde el punto de vista biológico: derecha-izquierda; cuestión que se ha comprobado en la elaboración de las pruebas sobre “La casa” y sus variantes.

12.3.5. Objetivo nº 5: *Analizar la génesis y la evolución de la adición infantil como mecanismo necesario para la representación de las formas volumétricas o tridimensionales en una superficie bidimensional.*

Una vez que el niño ha logrado construir un conjunto de grafismos, sean o no de tipo geométrico, se encuentra con el reto de unir unos con otros. Es el proceso que los distintos autores denominan como adición, puesto que el trazado aislado de cada uno de ellos no satisface su aspiración de ir generando formas más complejas.

Este proceso tiene un claro paralelismo con la adquisición lingüística infantil, puesto que el niño, en sus primeros años, aprende palabras aisladas unas de otras. Más tarde irá uniendo dos para construir pequeñas frases con las cuales comunicarse con sus padres. Paso a paso, generará frases con más unidades lingüísticas, de modo que el proceso de comunicación se irá enriqueciendo.

De modo similar al lenguaje, forma básica de comunicación humana, sucede con la comunicación gráfico-visual: partiendo de las unidades de la geometría básica, construirá formas más complejas, inicialmente con dos de ellas, para acabar generando figuras complejas que son el resultado de la suma o adición de elementos que configuran su repertorio gráfico.

Para el estudio de la adición no se crearon pruebas concretas, sino que en todas ellas, con mayor o menor aproximación, se podía estudiar los rasgos de la génesis de la adición y cómo evolucionaba a lo largo de los años estudiados.

Así, a la edad de 3 años, hemos comprobado cómo los niños y niñas lograban articular un repertorio básico tanto de formas geométricas (punto, raya, círculo, óvalo, cuadrado, rectángulo, triángulo, trapecio, cruz, aspa) como de no geométricas (espiral, cicloide, epicycloide, bucle). Una vez que eran capaces de memorizarlas, en gran medida hemos comprobado cómo se producía la adición de dos de ellas, fuera de manera externa (por ejemplo, triángulo añadido a un cuadrado) o interna (por ejemplo, cuadrado con una cruz en su interior). De todos modos, hemos de indicar que, excepto en aquellas pruebas en las que se les proponía modelos de adición, las respuestas dadas tenían un alto grado de improvisación, sin que ejercieran una planificación previa.

Una vez entrados en la etapa del comienzo de la figuración, alrededor de los 4 años, los sujetos participantes en la investigación se encontraban con las condiciones de crear figuras tomadas de la realidad externa y que, entendemos, formaban parte de su pensamiento visual, antes de ser plasmadas como dibujos con capacidad representativa.

La adición era, pues, una constante en los trabajos que tenían que realizar, pues sus dibujos eran auténticos mensajes visuales que funcionaban entre sus capacidades perceptivas, el pensamiento visual y la exteriorización por medio de sus lenguajes gráficos.

Entre las formas más frecuentes de adición se encontraban aquellas que tomaban al círculo como punto de partida, pues la figura humana es el centro de las temáticas de sus producciones gráficas. Así, inicialmente, veíamos que al círculo se le añadían exteriormente líneas rectas para representar los brazos y las piernas. En su interior, solían añadir puntos, rayitas y pequeños círculos para acabar de construir el rostro con los ojos, nariz y boca.

Otra forma de adición frecuente en los 4 años es que surge del trazado de la casa. Así, al cuadrado, que representa la fachada frontal, se le añade en su parte superior un triángulo que alude al tejado. Una vez que se ha realizado esta adición básica, encontramos otras internas para la puerta y la ventana.

A la figura humana y la casa, habría que añadir un tercer elemento que aparece con bastante frecuencia en el arte infantil y también en las pruebas llevadas a cabo: el árbol. La construcción de este elemento de la naturaleza es bastante sencilla, puesto que niños y niñas utilizaron círculo o un epicicloide para representar la copa del árbol, al que añadieron rectángulo en posición vertical, para expresar el tronco.

A la edad de 5 años, la adición está plenamente consolidada, de modo que distinguen claramente cuáles son las figuras que están formadas por un único elemento gráfico (caso de los pájaros en forma de “uve”) de aquellos otros que son el resultado de la adición de varias formas geométricas básicas.

Así pues, la figura humana es un claro exponente de este recurso, de modo que, en los trabajos recogidos, niños y niñas nos describían con total pertinencia cada una de las partes de las cuales se componían las figuras masculinas o femeninas que habían trazado. Es más, acudían a formas geométricas o no geométricas para expresar las diferencias de género en cada una de ellas.

También la casa era una clara manifestación de los criterios de adición que utilizaban para la elaboración de cada una de las partes. Por otro lado, en estos pequeños edificios, volcaban todo el repertorio de formas geométricas básicas para la elaboración de los mismos. Ocasionalmente, acudían a otras no geométricas, caso del rayado o de los cicloides, para representar el humo que salía de las chimeneas.

Habría que cerrar este objetivo indicando que a la edad de 5 años se produce un hecho significativo: los escolares son conscientes de que los elementos de la realidad físico-visual no son independientes unos de otros, sino que tienen, de un modo u otro, relaciones entre sí. Esto es importante anotarlo, puesto que el pensamiento visual de los niños se modifica al comprender la interrelación entre ellos.

Lo anterior conduce en un nuevo tipo de adición, puesto que aparecen signos visuales que sirven de articulación entre los elementos de la naturaleza. De este modo, se entiende la aparición de la línea de base, que hemos encontrado en bastantes trabajos, sobre la que se apoyan tanto las figuras humanas, como las casas, los árboles y todos los objetos pesados. En un nuevo modo de adición geométrica, basada no en la descripción de las partes de las que se compone un elemento, sino como resultado de la interrelación de los elementos mismos.

12.3.6. Objetivo nº 6: *Estudiar la representación bidimensional de objetos reales a partir de las formas geométricas elementales dibujadas por el niño.*

Dado que la investigación se ha llevado en los escolares de 3, 4 y 5 años, correspondientes a la Etapa de Educación Infantil, conviene describir los resultados de este objetivo por cada una de las edades.

A la edad 3 años, puesto que niños y niñas mayoritariamente se encuentran en la etapa del garabateo, es lógico pensar que representarán los volúmenes con algunos de los diagramas que ha aprendido a realizar (círculo, cuadrado, triángulo o algunas de sus variantes) dado que sus grafismos no buscan la expresión de la tridimensionalidad. De este modo, una esfera será representada por un círculo o un óvalo, dependiendo del nivel gráfico que haya alcanzado; un objeto cúbico será expresado como un simple cuadrado o rectángulo; una pirámide tendrá se expresión gráfica a través de un triángulo, etc.

Cuando el niño cumple 4 años se encuentra en los inicios del dibujo como representación del mundo exterior. Esto nos indica que tiene que traducir a dos dimensiones los objetos y las figuras de la realidad tridimensional, lo que conlleva que el siguiente paso conduce a la fragmentación o la traducción de las figuras con volumen a otras bidimensionales con varias caras. Curiosamente, esta fue la respuesta que dieron los pintores cubistas cuando fragmentaron al objeto o la figura de modo que la presentaban como si pudieran ser contemplados desde distintos puntos de visión.

De este modo, la casa que suele equivaler a un cubo (coronado con una forma piramidal), tras la representación frontal, aparecerá con un lado lateral añadido a la fachada principal. Es la solución ingeniosa que encuentra para resolver el dilema que se le presenta.

Cuando cumple 5 años, se afianza la solución que algunos han aplicado en el año anterior. Así pues, la figura que tenga una cierta volumetría geométrica se representará como el resultado de la adición de las distintas imágenes que se obtendrían desde distintos puntos de visión. Por otro lado, hay que apuntar que el niño a esta edad se encuentra todavía lejos de poder usar la línea oblicua como una interpretación elemental de los lados laterales que se alejan de la mirada del espectador.

Lo que sí logra es expresar de un modo sencillo la idea de la profundidad en un espacio tridimensional. A la edad de 5 años, la solución que encuentra es desplazar a la parte superior de la lámina aquellos objetos o figuras que se ubican lejos de la mirada del espectador, al tiempo que traza cerca del borde inferior los más cercanos.

Para comprobar la capacidad que tenían los escolares de traducir las características volumétricas de los objetos, se plantearon distintas pruebas en las que debían representar objetos de la realidad, entre las que se encuentra “La casa”. Por otro lado, decidimos presentarles a los niños de 3, 4 y 5 años una prueba específica en la que debían dibujar cuatro sólidos -una esfera, un cilindro, una pirámide y un cubo- que previamente habían manipulado y que tenían en la mesa mientras realizaban su trabajo.

Así, al analizar los resultados de la prueba nº 21, “Formas tridimensionales”, consideramos que la mayoría de los pequeños tienden a identificar los cuerpos sólidos con la forma geométrica básica que, por un lado, para ellos es la equivalente a una de las visiones, especialmente la que responde al modelo más simple, y, por otro, a la forma geométrica que mejor representa el volumen.

De este modo, la esfera suele ser representada frecuentemente por un círculo, puesto que la redondez que proporciona la esfericidad tiene su mejor equivalente con la redondez de una curva que se cierra sobre sí misma. Por otro lado, con el círculo se recoge la idea de cuerpo cerrado, separado del resto de los otros elementos y del fondo, que en este caso es el resto de la lámina.

Siguiendo los criterios perceptivos y sensoriales de la prueba, pues, tal como apuntamos, a los niños y niñas se les dejó manipular previamente los volúmenes, el cilindro es representado por un círculo o por un rectángulo, dependiendo de su atención a las caras que conforman su base y su tapa o al lado lateral curvado. Llama

especialmente la atención esta segunda respuesta, pues más bien es de carácter visual y no sensorial-manual, lo que nos hace considerar que, por un lado, se encuentra la capacidad perceptiva infantil que se traduce en imágenes visuales y, por otro, el lenguaje gráfico que tiene que utilizar para plasmar en una hoja esos conceptos visuales.

Como era previsible, la figura geométrica utilizada para la representación de un cubo fue la de un cuadrado. Y decimos previsible, ya que este volumen geométrico está formado por seis caras, todas ellas cuadradas. Esto quiere decir que una forma bidimensional satisfacía plenamente a los sujetos investigados como expresión del volumen.

Finalmente, la respuesta dada para la pirámide fue la de un triángulo. Hay que entender que visualmente se componía de una base cuadrada y de cuatro triángulos como lados que cierran el volumen. Razonablemente, el cuadrado no lo consideraban como la forma geométrica básica que podía representar a la pirámide, puesto que lo habían utilizado para el cubo, por lo que optaban por uno de los lados laterales.

Desde el punto de vista evolutivo, comprobamos que a medida que aumentaba la edad de los sujetos de la investigación, aparecían intentos de lograr combinaciones a base de los distintos cuadrados, triángulos y círculos que conforman estas figuras. Así, a la edad de 5 años encontramos, con relativa frecuencia, la unión de rectángulos y círculos para expresar el cilindro, ya que les resultaba insatisfactoria la respuesta con una sola forma geométrica básica. De igual modo, la de triángulos y cuadrados para lograr el dibujo de la pirámide o la de cuadrados para el cubo.

13. BIBLIOGRAFÍA

- ALSINA, C. y otros (1988): *Materiales para construir la geometría*. Madrid, Síntesis.
- ALSINA, C. y otros (1989): *Simetría dinámica*. Madrid, Síntesis.
- ALSINA, C. y otros (1995). *Invitación a la Didáctica de la geometría*. Madrid, Síntesis.
- ANTIER, E. (1998): *Pourquoi votre enfant est fan de Disney*. París, Hachette.
- APARICI, R. y GARCÍA MATILLA, A. (2008): *Lectura de imágenes en la era digital*. Madrid, Ediciones de la Torre.
- APARICI, R., GARCÍA MATILLA, A., FERNÁNDEZ, J. y OSUNA, S. (2009): *La imagen. Análisis y representación de la realidad*. Barcelona, Gedisa.
- ARNHEIM, R. (1981): *Arte y percepción visual*. Barcelona, Paidós.
- ARNHEIM, R. (1998): *El pensamiento visual*. Barcelona, Paidós.
- ARNHEIM, R. (2001): *El poder del centro*. Madrid, Akal.
- AUBIN, H. (1974): *El dibujo del niño inadaptado*. Barcelona, Laia.
- BANKS, M. (2010): *Los datos visuales en investigación cualitativa*. Madrid, Morata.
- BAYO MARGALEF, J. (1987): *Percepción, desarrollo cognitivo y artes visuales*. Barcelona, Anthropos.
- BÉDART, N. (1999): *Cómo interpretar los dibujos de los niños*. Málaga, Ediciones Sirio.
- BELVER, M., ACASO, M. y MERODIO, I. (2005): *Arte infantil y cultura visual*. Madrid, Eneida.
- BENOIT, J-A. y PETINATTI, G. (2012) : *¡Dibújame un cordero ! Cómo interpretar los mensajes de los niños a través de sus dibujos*. Barcelona, Obelisco.
- BRAUNER, A. y BRAUNER, F. (1995): *J'ai dessiné la guerre: le dessin de l'enfant dans la guerre*. París, Expansion Scientifique Française.
- BRITAIN, W. L. (1978): *Creativity and the young child*. Londres, Collier Macmillan.
- BRUNER, J. S. (1987): *La importancia de la educación*. Barcelona, Paidós.
- BRUNER, J. S. (2004): *Realidad mental y mundos posibles*. Barcelona, Gedisa.
- CABANELLAS, M. I. (1980): *Formación de la imagen plástica en el niño*. Pamplona, Diputación Foral de Navarra.

- CALMY, G. (1977): *La educación del gesto gráfico*. Barcelona, Fontanella.
- CALVO, X. y otros (2002): *La geometría: de las ideas del espacio al espacio de las ideas en el aula*. Barcelona, Graó.
- CALLEJO DE LA VEGA, M. L. (1986): *La geometría en el aprendizaje de las matemáticas*. Madrid, Narcea.
- CLEMENTS, D. H. (2001): "Mathematics in the Preschool", *Teaching Children Mathematics*, 5, vol. 7, pp. 270-270.
- COLLETTE, J. (1985): *Historia de las matemáticas. Volumen I y II*. Madrid, Siglo XXI
- COHEN, R. (1982): "The role of activity in the construction of spatial representations", en Cohen, R. (ed.): *Children's conceptions of spatial relationships*. San Francisco, Jossey Bass.
- CORMAN, L. (1971): *El test de los garabatos. Exploración de la personalidad profunda*. Buenos Aires, Kapelusz.
- COX, M. V. (1978): "Spatial depth relationships in young children's drawings", *Journal of Experimental Child Psychology*, 26, 551-554.
- COX, M. V. (1991): "Los dibujos de los niños", en Hargreaves, D. J.: *Infancia y educación artística*. Madrid, Morata.
- COX, M. V. (1997): *Drawings of People by the Under-5's*. Londres, Falmer Press.
- CHERMET-CARROY, S. (1986): *Comprennez votre enfant par ses dessins*. París, Mengès.
- CHERRY, C. (1978): *El arte en el niño de edad preescolar*. Barcelona, CEAC.
- CROTTI E. y MAGNI. A. (2009): *Garabatos. El lenguaje secreto de los niños*. Málaga, Ediciones Sirio.
- CROTTI E. y MAGNI. A. (2012): *El significado de los símbolos en los dibujos de los niños*. Málaga, Ediciones Sirio.
- CUBERO, M. y RAMÍREZ GARRIDO, J. D. (2005): *Vygotsky en la Psicología contemporánea*. Buenos Aires, Miño y Dávila.
- DARRAS, B. (1990): *La représentation de l'espace chez les élèves*. Sèvres, Centre international d'études pédagogiques.
- DARRAS, B. (1996): *Au commencement était l'image: du dessin de l'enfant à la*

- communication de l'adulte*. París, ESF éditeur.
- DAVIDO, R. (2006): *Descubre a tu hijo a través de sus dibujos*. Málaga, Ediciones Sirio.
- DEBIENNE, M. C. (1979): *El dibujo en el niño*. Barcelona, Planeta.
- DELVAL, J. A. (1975): *El animismo y el pensamiento infantil*. Madrid, Siglo XXI.
- DENIS, M. (1984): *Las imágenes mentales*. Madrid, Siglo XXI.
- DEPOUILLY, J. (1964): *Niños y primitivos*. Buenos Aires, Kapelusz.
- DEL OLMO, M. A. (1989): *Superficie y volumen. ¿Algo más que el trabajo con fórmulas?* Madrid, Síntesis.
- DÍAZ JIMÉNEZ, C. (1993): *Alfabeto gráfico. Alfabetización visual*. Madrid, Ediciones de la Torre.
- DONDIS, D. A. (2000): *La sintaxis de la imagen*. Barcelona, Gustavo Gili.
- DORFLES, G. (1989): "¿La pintura infantil es buena?", en Dorfles, G.: *Imágenes interpuestas. De las costumbres al arte*. Madrid, Espasa Calpe.
- DUBORGEL, B. (1981): *El dibujo del niño. Estructuras y símbolos*. Barcelona, Paidós.
- EFLAND, A. D. (2002): *Una historia de la educación del arte*. Barcelona, Paidós.
- EFLAND, A. D. (2004): *Arte y cognición*. Barcelona, Octaedro.
- EISNER, E. W. (1987): *Procesos cognitivos y currículum*. Barcelona, Martínez Roca.
- EISNER, E. W. (1995): *Educar la visión artística*. Barcelona, Paidós.
- EISNER, E. W. (1998): *El ojo ilustrado. Indagación cualitativa y mejora de la práctica educativa*. Barcelona, Paidós.
- EISNER, E. W. (2004): *El arte y la creación de la mente*. Barcelona, Paidós.
- ENG, H. (1970): *The psychology of children's drawings*. Londres, Routledge and Kegan Paul.
- ESCORIZA, J. y BOJ, C. (1993): *Expresión y representación de la actividad gráfica infantil*. Barcelona, PPU.
- ESTRADA, E. (1991): *Génesis y evolución del lenguaje plástico de los niños*. Zaragoza, Mira.
- FLICK, U. (2004): *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid, Morata.

- FREEMAN, N. H. (1980): *Strategies of representation in young children*. Nueva York, Academic Press.
- FREINET, C. (1979): *Los métodos naturales. II El aprendizaje del dibujo*. Barcelona, Fontanella.
- FREINET, E. (1978): *Dibujos y pinturas de niños*. Barcelona, Laia.
- FURTH, G. M. (1992): *El secreto mundo de los dibujos*. Barcelona, Luciérnaga.
- GARCÍA-BERMEJO, S. (1978): *El color en el arte infantil*. Madrid, CEPE.
- GARDNER, H. (1980): *Artful Scribbles: The Significance of Children's Drawings*. Nueva York, Basic Books.
- GMELIN, O. F. (1980): *Maman est un éléphant. L'univers symbolique du dessin d'enfant*. París, Mercure de France.
- GOLEMAN, D. (1997): *Inteligencia emocional*. Barcelona, Kairós.
- GOLOMB, C. (1992): *The Child Creation of a Pictorial World*. Berkeley y Los Ángeles, University of California Press.
- GOMBRICH, E. H. (2002): *Arte e ilusión. Estudio sobre la psicología de la representación pictórica*. Madrid, Debate.
- GOODNOW, J. (1979): *El dibujo infantil*. Madrid, Morata.
- GUILLAUME, P. (1985): *Psicología de la forma*. Buenos Aires, Editorial Psique.
- HARGREAVES, D. J. (1991): *Infancia y educación artística*. Madrid, Morata.
- HERMOSILLA ÁLVAREZ, M. A. (2011): "Procedimientos visuales en la teoría hermenéutica de Wolfgang Iser", *Ámbitos, Revista de Estudios de Ciencias Sociales y Humanidades*, 25, pp. 21-31.
- HERNÁNDEZ BELVER, M. y SÁNCHEZ MÉNDEZ, M. (coord.) (2000): *Educación artística y arte infantil*. Madrid, Fundamentos.
- HOFFMANN, J. E. (2002): *Historia de la Matemática*. México, Noriega Editores.
- HOLLOWAY, G. E. T. (1982): *Concepción del espacio en el niño según Piaget*. Buenos Aires, Paidós.
- HOLLOWAY, G. E. T. (1986): *Concepción de la geometría en el niño según Piaget*. Buenos Aires, Paidós.

- JARDÍ, E. (2012): *Pensar con imágenes*. Barcelona, Gustavo Gili.
- JOVÉ, J. J. (1994): *El desarrollo de la expresión gráfica*. Barcelona, Horsori.
- JULIEN, C. (1997): *Faire vivre un dessin d'enfant*. París, Hatier.
- JOOLS, P. (1983): "Children's representations in drawings and speech: content, structure and context", en Rogers, D. R. y Sloboda, J. A. (eds.): *The acquisition of symbolic skills*. Nueva York, Plenum Press.
- KELLOGG, R. (1979): *Análisis de la expresión plástica del preescolar*. Madrid, Cincel.
- KLAUE, K. (1987): "Production et décodage de la perspective chez l'enfant", en Rabardel, P. y Weill-Fassina (eds.): *Le dessin technique*. París, Hermès.
- KLINE, M. (1992): *El pensamiento matemático de la Antigüedad a nuestros días, vol. I, II y III*. Madrid, Alianza Universidad.
- KOPPITZ, E. M. (1993): *El dibujo de la figura humana en los niños*. Buenos Aires, Guadalupe.
- LANCASTER, J. y GAUNT, J. (1979): *Análisis de la expresión plástica del preescolar*. Madrid, Cincel-Kapelusz.
- LEFÉRE, F. (1993): *Le dessin de l'enfant: le langage sans parole*. París, Masson.
- LOMBARDO, L. (1998): *La matemática de Pitágoras a Newton*. Barcelona, Laia.
- LOWENFELD, V. (1947): *Creative and Mental Growth*. Nueva York, The Macmillan Company.
- LOWENFELD, V. (1973): *El niño y su arte*. Buenos Aires, Kapelusz.
- LOWENFELD, V. y BRITAIN, W. L. (1972): *Desarrollo de la capacidad creadora*. Buenos Aires, Kapelusz.
- LUCCA, N. y PACHECO, A. M. (1986): "Children's perspective visual communication from a development perspective", *Journal of Genetic Psychology*, 147 (4), 251-267.
- LURÇAT, L. (1976): *L'enfant et l'espace: le rôle du corps*. París, PUF.
- LURÇAT, L. (1980a): *Pintar, dibujar, escribir, pensar. El grafismo en el preescolar*. Madrid, Cincel-Kapelusz.
- LURÇAT, L. (1980b): "Genèse de l'acte graphique", *Bulletin de Psychologie*, 19, 506-515.
- LURÇAT, L. (1985): "Réalisme et modèle interne: A propos du dessin de l'enfant",

Bulletin de Psychologie, 38, 231-241.

LURÇAT, L. y KOSTIN, I. (1970): "Study of graphical abilities in children", *Perceptual and Motor Skills*, 30, 615-630.

LUQUET, G. H. (1930): *L'art primitif*. París, Alcan.

LUQUET, G. H. (1978): *El dibujo infantil*. Barcelona, Médica-Técnica.

MACHÓN, A. (2009): *Los dibujos de los niños*. Madrid, Cátedra.

MANERA, D. (1995): *Cours de dessin pour les enfants de 3 à 12 ans*. París, De Vicchi.

MANTZ-LE CORROLLER, J. (2003): *Quand l'enfant de six ans dessine sa famille*. Sprimont (Bélgica), Mardaga.

MARC, V. y MARC, O. (1992): *Premiers dessins d'enfants: les tracés de la mémoire*. París, Nathan.

MARÍN VIADEL, R. (1989): "El dibujo infantil: tendencias y problemas en la investigación sobre la expresión plástica de los escolares", *Arte, Individuo y Sociedad*, 1, pp. 5-25.

MARTÍN, F. (2000): *Las matemáticas en el Renacimiento italiano*. Madrid, Nivola.

MARTÍNEZ, A. (1989): *Una metodología activa y lúdica para la enseñanza de la geometría*. Madrid, Síntesis.

MARTÍNEZ, E. y DELGADO, J. (1981): *El origen de la expresión en los niños de 3 a 6 años*. Madrid, Cincel.

MARTÍNEZ, E. y DELGADO, J. (1982): *La afirmación de la expresión*. Madrid, Cincel.

MARTÍNEZ GARCÍA, L. M. (2004): *Arte y símbolo en la infancia: un cambio de mirada*. Barcelona, Octaedro-EUB.

MARTÍNEZ GARCÍA, L. M. y GUTIÉRREZ PÉREZ, R. (1998): *Las artes plásticas y su función en la escuela*. Málaga, Aljibe.

MARTY, G. (1999): *Psicología del arte*. Madrid, Ediciones Pirámide.

MATTHEWS, J. (1999): *The Art of Childhood and Adolescence*. Londres, Falmer Press.

MATTHEWS, J. (2002): *El arte de la infancia y la adolescencia*. Barcelona, Paidós.

MEILI-DWORETZKI, G. (1979): *El dibujo de la figura humana. Su representación y realización por el párvulo*. Barcelona, Oikus-Tau.

- O'HARE, D. y COOK, D. (1983): "Children's sensitivity to different modes of colour use in art", *British Journal of Educational Psychology*, 53 (3), 267-277.
- OSTERRIETH, P. (1976): *Les deux personnages*. París, Editest.
- PARRY, M. (1980): *Early years: painting and drawing*. Bristol, Bristol Education Committee.
- PERRON, R. y PERRON-BORELLI, M. (1996): "Les signifiants de la différence des sexes dans les dessins de l'enfant", en VV.AA.: *Le dessin de l'enfant*. París, Le pensée sauvage.
- PIAGET, J. (1975): *La formación del símbolo en el niño*. México, Fondo de Cultura Económica.
- PIAGET, J. (1977): *Investigaciones sobre la abstracción reflexionante*. Buenos Aires, Huelmul.
- PIAGET, J. (1981): *La representación del mundo en el niño*. Madrid, Morata.
- PIAGET, J e INHELDER, B. (1948a): *La représentation de l'espace chez l'enfant*. París, PUF.
- PIAGET, J. e INHELDER, B. (1948b): *La construction de l'espace*. Neuchâtel/París, Delachaux et Niestlé.
- PROUDHOMMEAU, M. (1950): "Dessin et écriture chez l'enfant", *Infance*, 2, 117-125.
- RACIONERO, F. (2011): *Análisis de los grafismos conducentes al dibujo y a la escritura en las edades de 3, 4 y 5 años*. Saarbrücken (Alemania), Lambert Academic Publising.
- READ, H. (1982): *Educación por el arte*. Barcelona, Paidós.
- REY PASTOR, J. y BABINI, J. (1984): *Historia de la Matemática. De la antigüedad a la Baja Edad Media. Volumen I*. Barcelona, Gedisa.
- REY PASTOR, J. y BABINI, J. (1984): *Historia de la Matemática. Del Renacimiento a la Actualidad. Volumen II*. Barcelona, Gedisa.
- RIEU, C. y FREY-KEROUEDAN, M. (1980): *De la motricidad a la escritura*. Madrid, Cincel-Kapelusz.
- RIVIERE, A. (1995): "Problemas y dificultades en el aprendizaje de las Matemáticas: una perspectiva cognitiva", en VVAA: *Desarrollo psicológico y educación III*. Madrid, Alianza.

- ROGERS, D. R. y SLOBODA, J. A. (eds.) (1983): *The acquisition of symbolic skills*. Nueva York, Plenum Press.
- ROMBERG, T. A. (1991): "Características problemáticas del curriculum escolar de Matemáticas", *Revista de Educación*, 291.
- ROSENBLATT, E. y WINNER, E. (1988): "The art of children's drawing", *Journal of Aesthetic Education*, 22 (1), 3-15.
- ROYER, J. (1977): *La personnalité de l'enfant à travers le dessin du bonhomme*. Bruselas, Editest.
- ROYER, J. (1995): *Que nous disent les dessins d'enfants?* Revigny-sur-Orna, Hommes et perspectives.
- SAA ROJO, M. D. y otros (1990): *Los ángulos: recursos para su aprendizaje*. Murcia, Universidad de Murcia.
- SÁINZ, A. (1993): "Sobre la violencia en las imágenes y la representación de la paz", en VV.AA.: *Signos y cultura de la violencia. Una investigación en el aula*. Córdoba, Universidad de Córdoba.
- SÁINZ, A. (1999): "La evolución de las representaciones del paisaje en las creaciones plásticas infantiles", en VV.AA.: *Visiones del Paisaje*. Córdoba, Universidad de Córdoba.
- SÁINZ, A. (2000): "El animismo en el arte infantil", en Hernández Belver, M. y Sánchez Méndez, M (coords.): *Educación Artística y Arte Infantil*. Madrid, Fundamentos.
- SÁINZ, A. (2001): *Las ideas de la paz y de la violencia en los escolares. Análisis a través del dibujo*. Córdoba, Ayuntamiento de Córdoba.
- SÁINZ, A. (2003): *El Arte Infantil. Conocer al niño a través de sus dibujos*. Madrid, Eneida (1ª edición).
- SÁINZ, A. (2006): *El Arte Infantil. Conocer al niño a través de sus dibujos*. Madrid, Eneida (2ª edición ampliada con *Los ideogramas*).
- SÁINZ, A. (2011): *El Arte Infantil. Conocer al niño a través de sus dibujos*. Madrid, Eneida (3ª edición ampliada con *El dibujo de la familia*).
- SANTOS GUERRA, M. A. (1984): *Imagen y educación*. Madrid, Anaya.
- SANTOY, C. (1989): *Connaître son enfant: analysez vous-même son dessin et son écriture*. París, Aubier.

- SCHEFFER, I. (1974): *Children's growth through creative experience: Art and craft education 8-13*. Londres, van Nostrand Reinhold.
- SESTIER, A. (1989): *Historia de las matemáticas*. México, Limusa.
- SILK, A. M. y THOMAS, G. V. (1986): "Development and differentiation in children's figure drawings", *Journal of Psychologie*, 77 (3), 399-410.
- SOLOMON, S. (1994): *Je connais mon enfant par ses dessins*. París, Pocket.
- STEINKAMPF, S. y UGLIANICA, S. (1991): *Premiers dessins*. París, Dessain et Tolra.
- STERN, A. (1965a): *Comprensión del arte infantil*. Buenos Aires, Kapelusz.
- STERN, A. (1965b): *El lenguaje plástico. Estudios de los mecanismos de creación artística en el niño (I)*. Buenos Aires, Kapelusz.
- STERN, A. (1969): *Interpretación del arte infantil. Estudios de los mecanismos de la creación artística del niño (II)*. Buenos Aires, Kapelusz.
- STERN, A. y DUQUET, P. (1965): *La conquista de la tercera dimensión*. Buenos Aires, Kapelusz.
- STEWART, I. (2009): *Historia de las Matemáticas en los últimos 10.000 años*. Barcelona, Crítica.
- STRAUSS, M. (1995): *Dessins d'enfants*. Chatou (Yvelines), Trois Arches.
- THOMAS, G. V. y SILK, A. M. J. (1990): *An introduction in the Psychology of Children's Drawings*. Nueva York, Harvester Wheatsheaf.
- VAN HIELE, P. M. (1999): "Begin with play", *Teaching Children Mathematics*, 6, vol. 5, pp. 310-316.
- VURPILLOT, E. (1985): *El mundo visual del niño*. Madrid, Siglo XXI.
- VYGOTSKI, L. S. (1972): *Psicología del arte*. Barcelona, Barral.
- VYGOTSKI, L. S. (1990): *La imaginación y el arte en la infancia*. Barcelona, Akal.
- VYGOTSKI, L. S. (2000): *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona, Crítica.
- WALLON, H. y LURÇAT, L. (1959): "L'espace graphique de l'enfant", *Journal de Psychologie*, 427-453.
- WALLON, H. y LURÇAT, L. (1987): *Dessin, espace et schéma corporel chez l'enfant*.

París, ESF éditeur.

WALLON, P. (1987): *Le dessin spontané d'animaux chez l'enfant*. Bruselas, Editest.

WALLON, P. (2008): *El dibujo de los niños*. Barcelona, Davinci Continental.

WALLON, P., CAMBIER, A. y ENGELHART, D. (1992): *El dibujo del niño*. Madrid, Siglo XXI

WIDLÖCHER, D. (1978): *Los dibujos de los niños. Bases para una interpretación psicológica*. Barcelona, Herder.

WILLATS, J. (1977): "How children learn to represent three-dimensional space in drawing", en Butterworth, G. E. (ed.): *The Child's Representation of the World*. Londres, Plenum Press.

WILSON, M. y WILSON, B. (1982): *Teaching Children to Draw*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.

WILSON, B., HURWITZ, A. y WILSON, M. (2004): *La enseñanza del dibujo a partir del arte*.

WUSSING, H. (1998): *Lecciones de Historia de las Matemáticas*. Madrid, Siglo XXI.

YOUNG, B. (1984): "The coordination of perspectives and drawing ability in minority children from low socioeconomic environments", *Visual Arts Research*, 10 (2), 22-29.