



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

**Programa de Doctorado de
Ciencias Sociales y Jurídicas**

Tesis Doctoral

**EL MAPA MENTAL AUMENTADO EN
PUZLE COMO TÉCNICA COOPERATIVA
DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN
EDUCACIÓN SUPERIOR**

***THE AUGMENTED MIND MAP IN PUZZLE
AS A COOPERATIVE TECHNIQUE OF
TEACHING-LEARNING IN HIGHER
EDUCATION***

**Facultad de Ciencias de la Educación
Departamento de Educación**

Tesis presentada por *Cristian Ariza Carrasco*

Director: *Dr. D. Juan Manuel Muñoz González*

Córdoba, 9 de junio de 2021

TITULO: *El Mapa Mental Aumentado en Puzle como técnica cooperativa de enseñanza-aprendizaje en Educación Superior*

AUTOR: *Cristian Ariza Carrasco*

© Edita: UCOPress. 2021
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A
14071 Córdoba

<https://www.uco.es/ucopress/index.php/es/ucopress@uco.es>



TÍTULO DE LA TESIS: EL MAPA MENTAL AUMENTADO EN PUZLE COMO TÉCNICA COOPERATIVA DE ENSEÑANZA/APRENDIZAJE EN EDUCACIÓN SUPERIOR

DOCTORANDO/A: CRISTIAN ARIZA CARRASCO

INFORME RAZONADO DEL/DE LOS DIRECTOR/ES DE LA TESIS

(se hará mención a la evolución y desarrollo de la tesis, así como a trabajos y publicaciones derivados de la misma).

La presente Tesis Doctoral contempla como objeto de estudio el aprendizaje de una estrategia pedagógica de nueva creación denominada “Mapa Mental Aumentado en Puzzle”, resultante de la fusión de la técnica del mapa mental (Buzán, 1996), la dinámica de aprendizaje cooperativo denominada “Puzzle de Aronson” (Aronson et al., 1978) y la realidad aumentada. El contexto de la investigación ha sido el alumnado de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba. En este sentido, se han llevado a cabo dos estudios que tienen la finalidad de comprobar la utilidad de dicha técnica en los procesos formativos de los futuros docentes y verificar, a su vez, si genera unas expectativas positivas en su implementación como futuros educadores para desarrollar las capacidades personales e

interpersonales, así como las centradas en el aprendizaje de su alumnado.

La formación inicial docente es una parte fundamental para lograr que los futuros profesionales de la enseñanza estén lo suficientemente cualificados como para poner en marcha metodologías educativas que respondan a las características del entorno político, social, cultural y tecnológico en el que nos encontramos y, sobre todo, para dar respuesta a las diferentes capacidades, estilos, y ritmos de aprendizaje de los discentes.

Tomando como referencia esta situación, y con el objetivo de lograr una educación de calidad, el modelo EEES aboga por el uso de metodologías de enseñanza flexibles e integradoras, que permitan una atención personalizada en función de las capacidades y ritmos de aprendizaje, generando un aprendizaje autónomo y partiendo del desarrollo de competencias para que los estudiantes puedan incorporarse al mercado profesional. Con el propósito de profundizar en esta realidad, en la tesis se lleva a cabo una revisión teórica que permite sustentar conceptualmente el plan de investigación y que aborda la literatura científica sobre el tema.

El enfoque metodológico elegido para llevar a cabo la investigación y dar respuesta a los objetivos propuestos se corresponde con un enfoque de investigación por encuesta. En este caso concreto, esta metodología puede definirse como cuantitativa y descriptiva. Cuantitativa debido a la naturaleza numérica y confiable de los datos recabados y por seguir una estrategia de investigación deductiva y estructurada; y descriptiva, pues con ella se busca la obtención de datos de una muestra representativa seleccionada con el fin de describir y

relacionar las características de la población objeto de estudio con determinados ámbitos de información.

Con el fin de establecer la fiabilidad y validez del instrumento, hemos tomado en consideración diferentes tipos de evidencias: en cuanto a la fiabilidad, se ha analizado la consistencia interna del instrumento a través de la aplicación del coeficiente Alpha de Cronbach; mientras que para la validez, se ha realizado un análisis factorial exploratorio con los datos provenientes de la aplicación piloto y, posteriormente, un análisis factorial confirmatorio con la muestra definitiva, permitiendo garantizar, con ello, la validez de constructo del cuestionario. Estos procedimientos se han llevado a cabo a través de los programas: SPSS, en su versión 23; Factor Analysis, en su versión 10.4; considerándose valiosos los resultados obtenidos en relación con los objetivos perseguidos.

Las conclusiones manifiestan que ha sido posible describir las percepciones de los futuros y futuras docentes y profesionales de la educación acerca del aprendizaje del mapa mental aumentado en puzle, así como sus expectativas de implementación como futuros docentes, indicando que se han podido alcanzar todos los objetivos e hipótesis planteadas, en los que se ha verificado que el Mapa Mental Aumentado en Puzle es un recurso eficaz para aplicar en el ámbito universitario, en concreto, en carreras vinculadas a la formación inicial docente; y que futuros docentes lo consideran un buen método para emplearlo en su futuro trabajo como educadores debido a que puede desarrollar las capacidades personales e interpersonales, y aquellas vinculadas al aprendizaje como pueden ser la comprensión, organización y el recuerdo de la información.

Por último, indicar que el resultado de la investigación ya ha sido publicado, en su mayoría, en revistas científicas de prestigio, como la Revista Española de Orientación y Psicopedagogía (REOP), la Revista Complutense de Educación y la Revista EDUCAR.

En definitiva, la investigación presentada para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Córdoba reúne todos los requisitos demandados por la normativa en vigor, ajustándose asimismo a los estándares académicos del Espacio Europeo de Educación Superior.

Por todo ello, se autoriza la presentación de la tesis doctoral.

Córdoba, a 8 de junio de 2021

Firma del director

MUÑOZ GONZALEZ
JUAN MANUEL -
30968058F

Firmado digitalmente por
MUÑOZ GONZALEZ JUAN
MANUEL - 30968058F

Fecha: 2021.06.08
15:00:10 +02'00'

Fdo.: Juan Manuel Muñoz González

AGRADECIMIENTOS

La elaboración de este trabajo ha sido un camino largo, lleno de buenos momentos y de situaciones complicadas, y en todos ellos siempre he estado acompañado de personas estupendas que se han alegrado cuando las cosas funcionaban y también me han apoyado en los momentos difíciles, por lo que les dedico las siguientes líneas.

En primer lugar, me gustaría dar las gracias a mi director Juan Manuel Muñoz González, sin el cual el desarrollo de este trabajo no habría sido posible. Me ha aportado un sinfín de conocimientos y me ha ayudado a cultivarme como docente y como investigador, y tras todos estos años lo considero un gran compañero de profesión y un buen amigo.

En segundo lugar, a mis padres Juan Isidoro y María del Carmen, y a mi hermano Alejandro por animarme en los momentos difíciles y preocuparse por mí cuando las cosas se torcían. Siempre me han apoyado y dado su cariño, tanto en este trabajo como a lo largo de mi vida, y sin ellos no sería quien soy ahora.

En último lugar, a mi pareja y compañera de vida Alicia, por ser una fuente de inspiración dada su perseverancia y carácter luchador. Me ha ayudado a ser una persona más abierta y decidida, y siempre ha estado ahí para celebrar mis éxitos y darme apoyo en los momentos difíciles.

A todas estas personas, les estaré eternamente agradecido y las llevaré siempre en mi corazón.

RESUMEN

En una sociedad cada vez más informatizada es importante que los futuros docentes, durante su proceso formativo, adquieran habilidades para el uso de las TIC y el desarrollo de metodologías de trabajo que las integren y que hagan al alumnado protagonista de su propio proceso de enseñanza-aprendizaje.

En este contexto se ha diseñado el presente trabajo, compuesto por dos estudios que tienen la finalidad de comprobar la utilidad de la técnica cooperativa creada, denominada Mapa Mental Aumentado en Puzle, para los procesos formativos de futuros docentes; y verificar a su vez si esta técnica genera unas expectativas positivas de cara a que la empleen como educadores para desarrollar las capacidades personales e interpersonales, así como las centradas en el aprendizaje de su futuro alumnado.

La investigación se ha llevado a cabo bajo una metodología cuantitativa, en la que se han diseñado dos instrumentos *ad hoc* denominados “Cuestionario MMAP” y “Cuestionario sobre expectativas MMAP”. Ambos cuestionarios han pasado por un proceso de validación en el que se les aplicó un análisis correlacional y un estudio de consistencia interna, así como un análisis factorial exploratorio y confirmatorio, para poder garantizar la fiabilidad y validez de ambos constructos.

Los datos obtenidos por medio de ambos instrumentos fueron sometidos a una serie de análisis descriptivos, estadísticos inferenciales, correlacionales y de regresión.

En base a los resultados alcanzados en ambos estudios, se ha concluido que la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzle ha

sido valorada positivamente por los futuros docentes a la hora de facilitarles la adquisición de conocimientos durante el aprendizaje y fomentar aspectos ligados a la cooperación, valorando también positivamente la combinación del mapa mental con la realidad aumentada. Así mismo, la consideran un recurso que puede ayudarles como educadores a desarrollar las capacidades personales e interpersonales, así como las capacidades centradas en el aprendizaje de su alumnado.

ABSTRACT

In an increasingly computerized society, it is important that future teachers, during their training process, acquire skills for the use of ICT and the development of work methodologies that integrate them and make students the protagonists of their own learning.

In this context, the present work has been designed, composed by two studies that have the purpose of verifying the usefulness of the created cooperative technique, called Augmented Mind Map in Puzzle, for the training processes of future teachers; and verify at the same time if this technique generates positive expectations in order to be used as educators to develop personal and interpersonal skills, as well as those focused on the learning of their future students.

The research has been carried out under a quantitative methodology, in which two ad hoc instruments have been designed called "MMAPE Questionnaire" and "MMAPE Expectations Questionnaire". Both questionnaires have undergone a validation process in which a correlational analysis and an internal consistency study were applied, as well as an exploratory and confirmatory factor analysis, in order to guarantee the reliability and validity of both constructs.

The data obtained by both instruments were subjected to a series of descriptive analyzes, inferential statistics, and linear correlations and regressions.

Based on the results obtained in both studies, it has been concluded that the Augmented Mind Map in Puzzle technique has been positively valued by future teachers when it comes to

facilitating the acquisition of knowledge during learning and promote aspects related to cooperation, also positively evaluating the combination of the mind map with augmented reality. Likewise, they have considered it a resource that can help them as educators to develop personal and interpersonal capacities, as well as capacities focused on the learning of their students.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I. JUSTIFICACIÓN	1
CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y CONCEPTUAL.....	7
1. El Mapa Mental como estrategia/técnica de aprendizaje en educación	7
1.1. Vinculación del mapa mental con las teorías del funcionamiento cerebral.....	9
1.2. Características de los Mapas Mentales	18
1.3. Proceso de elaboración del Mapa Mental	24
1.4. Uso de las TIC en el diseño de Mapas Mentales	29
1.4.1. El programa MindManager para el diseño de mapas mentales	30
2. La Realidad Aumentada como recurso potenciador del aprendizaje	33
2.1. Tipos de Realidad Aumentada y recursos	37
2.1.1. La plataforma de Realidad Aumentada “Augment”	43
2.2. La realidad aumentada en educación	44
2.3. Investigaciones y proyectos sobre la realidad aumentada en educación.....	48
3. El aprendizaje cooperativo en el contexto educativo	57
3.1. Características que distinguen al aprendizaje cooperativo de las demás formas de trabajo dentro del aula.	58

3.2. Variables explicativas de la efectividad del aprendizaje cooperativo y su clasificación	62
3.3. Métodos cooperativos para trabajar en el aula.....	66
3.3.1. La técnica “Jigsaw” para trabajar cooperativamente en el aula	69

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN..... 78

1. Enfoque metodológico de la investigación	78
2. Objetivos generales y objetivos específicos.....	81
3. Hipótesis de la investigación	83
4. Muestra	85
5. Instrumentos.....	86
6. Procedimiento de recogida de datos	90

CAPÍTULO IV. ESTUDIO I 94

1. Análisis de datos.....	94
2. Resultados.....	97
2.1. Validación del Cuestionario MMAP.....	97
2.2. Resultados obtenidos de las respuestas dadas por el alumnado al Cuestionario MMAP	101
2.2.1. Valoración realizada por el alumnado sobre las dimensiones que componen el Cuestionario MMAP....	103
2.2.2. Estudio inferencial	105
2.2.3. Estudio correlacional entre las tres dimensiones del Cuestionario MMAP.....	106
2.2.4. Modelos explicativos de la valoración general de la dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzzle	108

CAPÍTULO V. ESTUDIO II	110
1. Análisis de datos.....	110
2. Resultados.....	113
2.1. Validación del Cuestionario sobre expectativas MMAP	113
2.2. Resultados de los análisis realizados a las respuestas del alumnado.....	116
2.2.1. Contribuciones del Mapa Mental Aumentado en Puzle en función del desarrollo de las capacidades del alumnado.....	118
2.2.2. Estudio inferencial	120
2.2.3. Estudio correlacional entre las tres dimensiones del Cuestionario sobre expectativas MMAP.....	120
2.2.4. Modelos explicativos del desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje	122
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES DE AMBOS ESTUDIOS.....	124
1. Discusión y conclusiones del primer estudio.....	124
2. Discusión y conclusiones del segundo estudio.....	132
3. Limitaciones de ambos estudios y futuras líneas de investigación	140
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141
ANEXOS.....	202

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 . Modelo de 3 factores (AFC).....	99
Figura 2. Modelo de 3 factores (AFC).....	114
Figura 3. Mapa Mental Aumentado Grupal diseñado por estudiantes del Máster Universitario en Educación Inclusiva...	202
Figura 4. Mapa Mental Aumentado Grupal diseñado por estudiantes del Máster Universitario en Educación Inclusiva...	203
Figura 5. Mapa Mental Aumentado Grupal diseñado por estudiantes de 2º Grado de Educación Infantil	204
Figura 6. Mapa Mental Aumentado Grupal diseñado por estudiantes de 2º Grado de Educación Infantil	205
Figura 7. Mapa Mental Aumentado Grupal diseñado por estudiantes de 2º Grado de Educación Primaria.....	206
Figura 8. Mapa Mental Aumentado Grupal diseñado por estudiantes de 2º Grado de Educación Primaria.....	207

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del hemisferio izquierdo y del hemisferio derecho.....	10
Tabla 2. Características de los cuadrantes predominantes	13
Tabla 3. Distribución entre el sexo y la edad.....	86
Tabla 4. Selección de ítems de instrumentos validados para el diseño del Cuestionario MMAP.....	88
Tabla 5. Matriz de factores rotados.....	98
Tabla 6. Coeficientes de validez y fiabilidad del modelo de 3 factores.....	100
Tabla 7. Consistencia interna del instrumento	101
Tabla 8. Distribución de frecuencias de los ítems del Cuestionario MMAP	101
Tabla 9. Estadísticos descriptivos por dimensiones	103
Tabla 10. Resultados de las correlaciones bivariadas de los ítems de los 3 factores del cuestionario	106
Tabla 11. Coeficiente de la recta de regresión para la variable dependiente Valoración general de la dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzzle	108
Tabla 12. Matriz de factores rotados del análisis factorial exploratorio.....	114
Tabla 13. Distribución de frecuencias de los ítems del Cuestionario sobre Expectativas MMAP.....	117
Tabla 14. Estadísticos descriptivos por dimensiones.....	118

Tabla 15. Resultados de las correlaciones bivariadas de los ítems de las 3 dimensiones del cuestionario.....121

Tabla 16. Coeficiente de la recta de regresión para la variable dependiente Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje.....122

CAPÍTULO I. JUSTIFICACIÓN

En el marco europeo la Declaración de Bolonia en junio de 1999 y la Declaración de Berlín en 2003 dieron lugar a la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), que generó una reforma del sistema educativo universitario de varios países, entre ellos España, para adaptar la educación a la denominada Sociedad del Conocimiento o Sociedad del Saber (Sanz Gil, 2012).

Esta reforma supuso una modificación en la formación docente tal y como se conocía en España, que introdujo el currículo basado en competencias y el cambio de la Diplomatura al Grado; dando lugar a un incremento en el periodo de prácticas externas y al uso de estrategias pedagógicas focalizadas en el trabajo en equipo, todo ello bajo la premisa de aprender haciendo y aprender a aprender (Cárcamo Vásquez, 2015).

A la hora de enseñar en cualquier nivel educativo, se deben tener en cuenta la influencia de varios elementos, tanto personales como del entorno, siendo los profesionales de la enseñanza una pieza clave e indispensable en la formación del alumnado. Debido a ello, la formación inicial docente es una parte fundamental para lograr que los futuros profesionales de la enseñanza estén lo suficientemente cualificados como para poner en marcha metodologías educativas que respondan a las características del entorno político, social, cultural y tecnológico en el que nos encontramos y, sobre todo, para dar respuesta a las diferentes capacidades, estilos, y ritmos de aprendizaje de los discentes (Muñoz González, Serrano Rodríguez y Marín Díaz, 2014).

Tomando como referencia esta situación, y con el objetivo de lograr una educación de calidad, el modelo EEES aboga por el uso de metodologías de enseñanza flexibles e integradoras, que permitan una atención personalizada en función de las capacidades y ritmos de aprendizaje, generando un aprendizaje autónomo y partiendo como eje principal del desarrollo de competencias, para que los estudiantes puedan incorporarse al mercado profesional (Colén Riau et al., 2016; Mayorga Fernández y Madrid Vivar, 2010; Reche Urbano et al., 2016).

Dentro de este desarrollo competencial que deben recibir los futuros docentes hay que hacer especial mención a las competencias digitales, ya que se han convertido en una parte esencial de su proceso formativo al influir hoy en día en toda área del desarrollo de una persona debido al uso masivo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Este hecho ocasiona la necesidad urgente de incluirlas en los planes de formación de los grados de maestro, para dar a conocer metodologías y herramientas que potencien la enseñanza a través de ellas (García-Valcarcel y Martín del Pozo, 2016; González Lorente y Rebollo-Quintela, 2018; González Sánchez et al., 2011). Además, el papel del docente como mero transmisor del conocimiento se ha visto sustituido por un nuevo rol basado en el fomento del pensamiento y el desarrollo de actitudes, en el que se necesita emplear metodologías activas que ofrezcan un equilibrio entre competencias, conocimientos, valores y actitudes (Tejada, 2013; Zaragoza Casterad et al., 2008).

Teniendo en cuenta esta situación y de cara a destacar las competencias a desarrollar en los futuros docentes, el modelo TPACK formulado por Mishra y Koehler (2006) distingue las competencias imprescindibles para todo maestro/a que se precie,

estableciendo tres dimensiones básicas de formación y cuatro intersecciones entre ellas, formando un total de siete dimensiones para medir el conocimiento:

1. Conocimiento del Contenido (CK-Content Knowledge), que hace referencia al conocimiento que posee el docente sobre los contenidos que tiene que enseñar al alumnado.
2. Conocimiento Pedagógico (PK-Pedagogical Knowledge), que corresponde a los saberes que domina el docente en relación a las actividades pedagógicas y métodos de enseñanza-aprendizaje y evaluación que podría emplear a la hora de dar clase.
3. Conocimiento Tecnológico (TK-Technological Knowledge), referente al dominio que el docente tiene sobre las diferentes tecnologías como sistemas operativos y hardware, instalación de programas y creación de documentos, etc., así como su capacidad de adaptación a nuevas tecnologías.
4. Conocimiento Pedagógico del Contenido (PCK-Pedagogical Content Knowledge), que hace alusión al conocimiento didáctico que posee sobre un área para facilitarle el aprendizaje a los estudiantes.
5. Conocimiento Tecnológico del Contenido (TCK-Technological Content Knowledge): vinculado a cómo emplear la tecnología para representar conceptos específicos. Deben conocer la forma en la que los contenidos de su área de conocimiento pueden verse afectados por la tecnología.

6. Conocimiento Tecnológico Pedagógico (TPK- Technological Pedagogical, Knowledge), que engloba las estrategias pedagógicas que se pueden emplear a través de las TIC.
7. Conocimiento Tecnológico Pedagógico del Contenido (TPACK-Technological Pedagogical Content Knowledge), relacionado con el conocimiento que posee un docente para el desarrollo de estrategias didácticas sobre varios temas utilizando las TIC para facilitar el aprendizaje.

Pese a este nuevo modelo de la EEES basado en el desarrollo competencial para favorecer la inclusión de los docentes en mercado laboral, son varios estudios los que señalan la importancia de desarrollar sistemas formativos que conecten el conocimiento pedagógico, disciplinar y tecnológico (García-Valcarcel y Martín del Pozo, 2016); siendo necesaria una mayor vinculación entre el conocimiento teórico y el conocimiento práctico recibido durante su formación inicial, debido a una formación excesivamente teórica y a las evidencias de que los estudiantes aprenden mejor y se ven más motivados si pueden extrapolar los conocimientos al contexto real de un aula (Cantón Mayo et al., 2013; Cárcamo Vásquez, 2015; Herráiz García, 2015; Hortigüela Alcalá et al., 2018).

Además del nuevo modelo educativo señalado, documentos como el informe Horizon (2017) sobre universidades hacen especial mención a la necesidad de potenciar aspectos como el emprendimiento y el descubrimiento, apoyar el aprendizaje colaborativo (Adams et al., 2017) y enriquecer y transformar los espacios de aprendizaje; ejerciendo las TIC un papel importante al

otorgar protagonismo al alumnado a la vez que flexibilizan y enriquecen los escenarios formativos (Cabero Almenara y Fernández Robles, 2018). A su vez, ofrecen por medio de las webs 2.0 espacios donde los estudiantes pueden actuar como productores y creadores de contenido (Barroso Osuna y Gallego Pérez, 2016), logrando una mayor satisfacción y motivación durante el aprendizaje.

Dentro de todas las posibilidades educativas que ofrecen las TIC hay que destacar el protagonismo adquirido por la realidad aumentada según el informe Horizon de 2016 (Barroso Osuna y Gallego Pérez, 2016; Cabero y García, 2016; Johnson et al., 2016), que la sitúan como uno de los recursos tecnológicos con mayor impacto debido a que permiten una mayor estimulación del pensamiento crítico, y mejoran las habilidades de comprensión y metacognición al posibilitar experiencias realistas con las que interactuar en tiempo real y de forma natural (Bellezza et al., 2017).

Ante la irrupción de esta tecnología en las aulas, la situación descrita por el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y el estado actual de la sociedad que ofrece cantidades ingentes de información, se ha diseñado una técnica que dotará a los futuros docentes de una herramienta que ofrece la posibilidad de convertir al alumnado en el eje central del proceso de enseñanza-aprendizaje por medio de la cooperación y el uso de las TIC; siendo denominada como Mapa Mental Aumentado en Puzle, ya que se basa en la combinación de los Mapas Mentales con la realidad aumentada y la técnica cooperativa *Jigsaw/Puzle* de Aronson.

A continuación, se desarrolla en profundidad los aspectos conceptuales, así como los estudios realizados con cada uno de los elementos que la componen.

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y CONCEPTUAL

1. El Mapa Mental como estrategia/técnica de aprendizaje en educación

El Mapa Mental tiene un origen vinculado al movimiento del cognitivismo que, consolidado en los años 70 y con gran expansión durante los 80 y 90, se preocupa por los procesos vinculados al almacenamiento, comprensión y transformación de la información envuelta en la cognición (Buzán y Buzán, 1996).

Los creadores de esta estrategia/técnica fueron el psicólogo británico Tony Buzán y Barry Buzán, quienes la presentaron por primera vez a través del libro *The Mind Map Book* (1993), *El libro de los Mapas Mentales* (1996) y el libro *Head Strong* (2001), *Tu mente en forma* (2004). Posteriormente, comenzó su difusión en España por medio de los libros “*Aprender con Mapas Mentales. Una estrategia para pensar y estudiar*” (Ontoria et al., 2003) y “*Potenciar la capacidad de aprender a aprender*” (Ontoria et al., 2007), en donde es destacado su potencial a la hora de desarrollar la capacidad de aprender a aprender en el alumnado; y mediante la tesis doctoral *El Mapa Mental como técnica para integrar y potenciar el aprendizaje holístico en la formación inicial de maestros/as* (Muñoz González, 2010).

En cuanto a su definición, se pueden encontrar diferentes conceptualizaciones a lo largo del tiempo entre las que destacan las siguientes:

- *Método de McCarthy* (1991) “Un método que destila la esencia de aquello que conocemos y lo organiza de forma visual” (p.142).

- *Expresión del pensamiento irradiante* (Buzán, 1996): “Es una expresión del pensamiento irradiante y, por tanto, una función natural de la mente humana” (p.69).

- *Técnica mnemotécnica* (Buzán, 2001). “El mapa mental es, por cierto, una técnica mnemotécnica multidimensional que utiliza las funciones inherentes al cerebro para grabar en él, de manera más efectiva, los datos y la información” (p. 32).

- *Técnica gráfica*: “Los mapas mentales se definen como una técnica gráfica que facilita la utilización del potencial cerebral, posibilitando una mayor capacidad de comprensión, memorización, organización, análisis y síntesis” (Ontoria et al., 2011, p.2).

- *Aprendizaje con todo el cerebro*: “Los mapas mentales son una técnica que potencia un modelo de aprendizaje con todo el cerebro, orientado, prioritariamente, al desarrollo de capacidades y estrategias” (Muñoz González, Sampetro Requena y Marín Díaz, 2014, p.401).

- *Herramienta educativa*: el Mapa Mental puede considerarse como una herramienta educativa que enciende ambos hemisferios del cerebro y permite la expresión gráfica de procesos de percepción y asimilación, y ayuda a recordar la información (Bystrova & Larionova, 2015).

- *Sistema de representación externo*: este organizador gráfico puede definirse como un sistema de representación complejo, que

posee unas reglas de composición que otorgan al autor libertad a la hora de diseñarlo, ya que su finalidad es representar las conexiones de ideas que se producen en su mente (Arrausi & Ribosa, 2017).

En definitiva:

El mapa mental representa una realidad multidimensional que contiene ideas ordenadoras básicas, que son los conceptos claves a partir de los cuales se organiza la trama de relaciones conceptuales. Ayuda a pensar, buscando la integración de palabras, imágenes, colores, formas, etc., hasta llegar a generar estructuras que reflejan la jerarquización y la categorización del pensamiento. El mapa mental, pues, es una técnica gráfica con la que se desarrolla la capacidad de pensar e incrementa la competencia para construir el conocimiento, fomentando la capacidad de aprender a aprender (Muñoz González y Serrano Rodríguez, 2014, p.79).

1.1. Vinculación del mapa mental con las teorías del funcionamiento cerebral

Como se ha indicado en su conceptualización, el mapa mental ayuda a emplear todo el cerebro a la hora de trabajar, potenciando así el aprendizaje. Esta posibilidad demuestra las conexiones que presenta esta herramienta con el paradigma del aprendizaje holístico, que favorece el proceso de aprender a aprender, con la mejora de las conexiones entre sentimientos y pensamientos (Muñoz González, 2010), y con las siguientes teorías sobre el funcionamiento cerebral (Ontoria et al., 2011):

a) *Teoría de los dos hemisferios o división cerebral.* Su origen parte de las investigaciones realizadas en California en 1981 por Roger Sperry y sus colaboradores, llevadas a cabo durante la década de los 60, con las que obtuvieron un premio Nobel en 1981 y que dieron a conocer la importancia del cerebro a la hora de procesar la información y definir los estilos de aprendizaje. En estas teorías confirmaron la presencia de dos hemisferios cerebrales, el hemisferio derecho y el hemisferio izquierdo (Sperry, 1973), cada uno con sus propias características que se reflejan a continuación (Tabla 1):

Tabla 1

Características del Hemisferio Izquierdo y del Hemisferio Derecho

Hemisferio izquierdo	Hemisferio derecho
- Procesa la información secuencialmente.	- Razonamiento espacial.
- Verbal: codifica y descodifica la información.	- No verbal y holístico
- Responsable del pensamiento científico.	- Visual
- Razonamiento lógico y analítico: detecta las partes, las analiza y categoriza.	- Responsable de la creatividad
	- Decisiones por intuición

Como se puede observar, la parte izquierda del cerebro se encarga de procesos relacionados con la comprensión, reflexión, organización e interiorización de la información; mientras que la derecha se centra más en tareas visuales y espaciales. Ambas partes están especializadas en una función, pero las dos están interconectadas de forma que a la hora de realizar cualquier tarea intervienen ambas. De igual modo actúa el trabajo con el Mapa Mental, ya que su naturaleza se basa en la organización de la información y en el uso de elementos visuales para su elaboración,

lo que da pie al uso de ambos hemisferios del cerebro (Ontoria et al., 2011).

b) *Teoría del “Triple cerebro o cerebro triuno”* (MacLean, 1990). Esta teoría surgió en 1990 y menciona otra forma de funcionamiento cerebral, complementaria con el modelo anterior, en la que se establece que el cerebro humano está compuesto por tres sistemas integrados: el cerebro reptiliano, el sistema límbico y el neocórtex.

- Cerebro reptiliano. Corresponde a la parte más primitiva del cerebro, compuesta por el cerebelo, responsable de modular el movimiento muscular y del equilibrio; la médula espinal, encargada de funciones esenciales como el sistema cardiovascular y el sistema respiratorio; y los ganglios basales, que se ocupan del movimiento y de acciones cotidianas (Braidot, 2014). Principalmente, controla los instintos como las funciones de supervivencia y de protección vital.
- El sistema límbico, correspondiente a la parte emotiva del cerebro. Este término fue establecido por MacLean en 1952, y es definido como un sistema que abarca las regiones del núcleo amigdalino. Interviene en los procesos emocionales como el amor, la tristeza, la alegría, y en los procesos vinculados a las motivaciones básicas como la autorrealización, la confianza, la seguridad, etc.; y actualmente se considera a este sistema como una especie de cerebro alrededor de la parte reptiliana (Braidot, 2014).

- Neocortex. Esta parte del cerebro es mayor que en el resto de los animales, y determina la condición humana (Braidot, 2014). Está compuesta por dos hemisferios cerebrales conectados por medio del “cuerpo caloso”, y se ocupa de desarrollar los procesos mentales superiores como el razonamiento, el análisis y síntesis de información y el lenguaje.

c) *Modelo de los Cuadrantes cerebrales o Cerebro Total* (Herrmann, 1989). Es un modelo apoyado en la teoría de los hemisferios cerebrales y en el enfoque del triple cerebro, en el que se hace mención al “cerebro total”, compuesto por el sistema límbico y el neocórtex, y su conexión con el “cuerpo caloso”; alcanzando así la unión entre el “cerebro pensante” y el “cerebro emocional”. En este modelo Herrmann señala la división del cerebro en cuatro cuadrantes interconectados:

- Lóbulo superior izquierdo (A), que realiza un pensamiento lógico, cuantitativo, analítico y crítico.
- Lóbulo inferior izquierdo (B), encargado del pensamiento secuenciado, organizado y planificado.
- Lóbulo inferior derecho (C), centrado en el pensamiento emocional, sensorial, interpersonal, musical, humanístico, etc.
- Lóbulo superior derecho (D), que presenta un pensamiento conceptual, holístico, global, artístico, visual, etc.

Estos cuatro cuadrantes no trabajan de forma independiente, sino que se relacionan entre sí, dando lugar a cuatro modelos de pensamientos:

- Modelo (a): resultado de la combinación de las áreas A y B (hemisferio izquierdo), y se caracteriza por ser el modelo realista y de sentido común.
- Modelo (b): compuesto por las áreas C y D (hemisferio derecho), y se define como un modelo idealista y Kinestésico.
- Modelo (c): conformado por las áreas A y D, que aportan un sentido pragmático.
- Modelo (d): en el que se unen las áreas B y C (sistema límbico), y se caracteriza por ser instintivo y visceral.

Según el cuadrante que predomine en una persona, se le atribuyen una serie de características (Tabla 2):

Tabla 2

Características de los Cuadrantes Predominantes

Cortical izquierdo	Cortical derecho
- Frío	- Originalidad
- Distante	- Con sentido del humor
- Intelectualmente brillante	- Tendencia a discutir
- Irónico	- Buena capacidad discursiva
- Competitivo	- Imaginativo
- Individualista	
Límbico izquierdo	Límbico derecho
- Introverso	- Extroverso
- Controlador	- Emotivo
- Minucioso y maniático	- Espontáneo
- Fiel y conservador	- Lúdico y espiritual

- Relacionado con la experiencia y el amor al poder - Reacción negativa ante las críticas

Según este modelo, la interacción docente-estudiante cambia en función de la predominancia del cuadrante (Velázquez Burgos et al., 2006):

- Cortical izquierdo. Muestra más importancia en el contenido, de manera que el docente demuestra hipótesis, apoyándose en las pruebas, y al estudiante le gusta que las explicaciones sean argumentadas y basadas en pruebas.
- Cortical derecho. Ofrece una visión a largo plazo, de manera que el docente avanza de forma global en sus sesiones de clase y con frecuencia hace pausas para desarrollar nuevos conceptos. El estudiante por su parte suele ser abierto y fácil de sorprender con proyectos originales.
- Límbico izquierdo. Prioriza la forma y la organización, por lo que el docente da más importancia a la forma que al contenido. En cuanto al estudiante, le gusta que las clases se desarrollen en torno a rutinas que conoce.
- Límbico derecho. Se enfoca en los procesos de comunicación y relación. El docente se inquieta por los contenidos a impartir y en cómo serán aceptados por el alumnado, y este a su vez muestra interés en función de su relación con el docente y del interés que tenga hacia el tema, por lo que tiende a despistarse y a bloquearse cuando no siente que se valoran sus progresos.

d) *Inteligencias Múltiples* (Gardner, 1994). Para Howard Gardner las inteligencias múltiples son una capacidad que puede

llegar a desarrollarse, pero con matices genéticos ya que cada persona nace con un potencial marcado genéticamente y que puede llegar a desarrollar dependiendo del medio ambiente (experiencias, educación recibida, contexto familiar, etc.). Este autor distingue ocho tipos de inteligencias:

- *Inteligencia Lógica-Matemática*. Implica la capacidad para llevar a cabo un pensamiento y razonamiento deductivo-inductivo. Se encarga de la resolución de problemas matemáticos y lógicos.
- *Inteligencia Musical*. Permite percibir, discriminar, expresar y transformar las formas musicales, y se relaciona con el ritmo, el tono y el timbre.
- *Inteligencia Corporal-cinestésica*. Ayuda al dominio de las manos para la manipulación de elementos y al control de todo el cuerpo para expresar sentimientos.
- *Inteligencia Lingüística*. Influye en nuestra capacidad para usar con eficiencia las palabras, tanto de forma oral como por escrita.
- *Inteligencia Espacial*. Esta inteligencia corresponde a la capacidad para pensar en tres dimensiones, y permite producir y decodificar información gráfica y percibir imágenes externas e internas, así como recrearlas y modificarlas.
- *Inteligencia Naturalista*. Posibilita distinguir y utilizar elementos del medio ambiente como objetos, plantas y animales, de nuestro ambiente rural o urbano. A su vez,

incluye capacidades como la experimentación y la observación.

- *Inteligencia Interpersonal*. Es la habilidad de interactuar con otras personas de forma eficaz, e incluyen aspectos como la sensibilidad a las expresiones faciales y corporales.
- *Inteligencia Intrapersonal*. Esta inteligencia permite construir la percepción de uno mismo y dirigir su propia vida y organizarla.

e) *Modelo de la dominancia de los cuadrantes cerebrales* (Benziger, 2000). Es un modelo basado en la neurofisiología y en el que se destacan los siguientes ejes que explican el funcionamiento cerebral:

1. *Especialización funcional*. Indica que el cerebro se divide en cuatro áreas, cada una especializada en algo concreto que permite diferenciar a las personas según su dominancia:

- *Frontales Izquierdas*. Las personas en las que esta región predomina se caracterizan por ser analíticas, lógicas y enfocadas al resultado.
- *Frontales Derechas*. Determina que una persona sea innovadora, creativa y arriesga.
- *Basales Izquierdas*. Influye que la persona sea conservadora, ordenada y rutinaria.
- *Basales Derechas*. Son personas sensibles, emocionales, les gusta enseñar y relacionarse con otras.

2. *Funciones dominantes de los cuadrantes.* El cerebro humano tiende a especializarse, por lo que las personas nacen con una preferencia hacia un solo tipo de especialización de cuadrante.

3. *Desviaciones tipo.* Las personas suelen poseer un cuadrante dominante, dos auxiliares y un cuadrante débil, por lo que, dada la diversidad presente en las aulas, el docente debe ser capaz de poner en marcha distintas metodologías que respondan a todos los estilos de pensamiento de su alumnado.

4. *Extraversión-introversión.* Se destaca la necesidad de que las personas reciban distintas cantidades de estímulos adicionales del entorno, pues cada uno nacemos con diferentes niveles internos de estabilidad.

Además de los diferentes tipos de inteligencias descritas, en su libro “Las cinco mentes del futuro” resalta la necesidad de implantar nuevas formas de aprendizaje y pensamiento, dado que la sociedad actual se caracteriza por una gran globalización y por una enorme cantidad de información que se maneja gracias a las tecnologías de la información y comunicación, que están experimentando un rápido crecimiento en todos los aspectos de la vida. Ante esta situación, se describen una serie de cambios imprescindibles para afrontarla con éxito (Gardner, 2005):

- *La mente disciplinada.* Hace referencia a una modificación en la cognición y en el pensamiento propio de una profesión o disciplina académica. Esta mente sabe trabajar de forma constante y cómo mejorar aspectos como la comprensión.
- *La mente sintética.* Proporciona la capacidad para recopilar información de diferentes fuentes,

comprenderla, organizarla y evaluarla de modo que sea comprensible.

- *La mente creativa.* Posibilita la presentación de nuevas ideas y formas de pensar y llegar a respuestas poco previstas.
- *La mente respetuosa.* Aborda aspectos relacionados con el respeto y la comprensión de las diferencias existentes entre los individuos, para poder interactuar de manera respetuosa; siendo imprescindible actualmente dado el tipo de sociedad en la que vivimos.
- *La mente ética.* Se encarga de aspectos relacionados con la moral de las personas, de cómo se puede servir a unos propósitos más allá de los intereses personales y en cómo se puede actuar para mejorar el entorno.

La conexión del mapa mental con las diferentes teorías enumeradas se debe principalmente a las características que presenta este recurso, y que lo convierten en una herramienta única.

1.2. Características de los Mapas Mentales

Aclarado el concepto del mapa mental y su vinculación con las diferentes teorías del funcionamiento cerebral es imprescindible destacar entre los elementos que lo componen, el uso de colores, figuras e imágenes; ya que son de un gran atractivo visual y fundamentales en el proceso de comprensión y evocación de la información plasmada en este organizador gráfico (Muñoz González et al., 2016).

Si se analiza con detenimiento pueden observarse una serie de características que muestran las particularidades de este organizador gráfico (Ontoria et al., 2003):

1º Pensar con palabras e imágenes. El uso de imágenes dentro del mapa mental para transmitir conocimiento es muy útil, ya que ponen en marcha habilidades del cerebro como la imaginación y la creatividad, fomentando así el pensamiento creativo y facilitando la memorización comprensiva a través de elementos visuales al ser las imágenes más fáciles de recordar que las palabras.

2º Jerarquización y categorización. Esta técnica facilita la organización, jerarquización y categorización de la información. Para ello, hay que identificar las ideas ordenadoras básicas, es decir, los conceptos claves a partir de los cuales surgen y se organizan el resto de los conceptos o ideas en función de su importancia; siendo necesaria la distinción entre ideas principales y secundarias. Por su parte, McCarthy (1991) destaca una serie de factores que entran en juego en el proceso de elaboración del Mapa Mental:

- Palabras clave. Los mapas mentales contienen sólo unas cuantas palabras clave, que son significativas y eficaces para responder a las ideas básicas. Normalmente son nombres y verbos.
- Asociación y agrupamiento. Se busca la asociación y agrupación de ideas de forma parecida a cómo trabaja parte del cerebro, es decir, de una manera no lineal. Las ideas que están estrechamente relacionadas se agrupan reforzando su asociación.

- Organización. El mapa mental exige la organización del material e información en una representación gráfica, para visualizar con claridad su estructura y secuenciación, y la relación de unas ideas con otras. Supone así el desarrollo comprensivo del significado del tema a trabajar, distinguiéndose entre ideas centrales y secundarias. (p. 144-145).

3º Fomento del aprendizaje multicanal. Además de usar palabras e imágenes también se plantea el uso de formas, dibujos, colores, escritura, sonido, etc., para conseguir emplear el mayor número posible de sentidos.

4º Compromiso personal y en el trabajo con el cerebro total o global. Para elaborar un mapa mental hay que tomar decisiones para seleccionar la información relevante y poder sintetizarla a través de palabras claves, organizando posteriormente las ideas según su importancia. Al permitir trabajar con todo el cerebro representa la forma de pensar de la persona y la toma de decisiones en su expresión comunicativa. Además, fomenta la participación y el desarrollo de la capacidad artística y creativa del individuo a través de la elaboración gráfica del mapa.

Las propiedades enumeradas han dado lugar a la realización de diversas investigaciones en las diferentes etapas educativas, con la finalidad de detectar las ventajas que proporciona al proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes. Entre los estudios realizados a lo largo de los últimos años caben destacar los siguientes:

a) Etapa de Educación Infantil. En este nivel educativo se han llevado a cabo varios estudios para comprobar la efectividad del

mapa mental a la hora de trabajar el pensamiento crítico con el alumnado y desarrollar habilidades en áreas relacionadas con las matemáticas y las ciencias (Polat et al., 2017; Polat & Aydın, 2020).

b) Etapa de Educación Primaria. Las capacidades vinculadas a la comprensión lectora, la expresión oral y escrita, y el desarrollo de las habilidades sociales son elementos imprescindibles que deben ser evaluados durante este periodo, ya que asientan las bases para el desarrollo académico y social del alumnado.

En lo que respecta a los beneficios que el mapa mental puede aportar a ello, varios estudios han corroborado su utilidad en los procesos de comprensión de información, dado que es una herramienta que permite organizar la información de forma visual y que ayuda a conectar los nuevos conceptos con las ideas previas (Amin et al., 2020; Gagić et al., 2019; Guzmán, 2018; Merchie et al., 2021; Muñoz González et al., 2015; Suhendra et al., 2020; Yang et al., 2020); al tiempo que enriquece el desarrollo de la escritura y el aprendizaje de vocabulario en otros idiomas (Ganiev et al., 2020; Panggabean et al., 2019; Shdaifat et al., 2019).

Este organizador gráfico ha sido también empleado en el trabajo por proyectos, durante el cual los estudiantes han hecho uso de este recurso utilizando herramientas online como Popplet, que permite plasmar las decisiones que van tomando en relación al proyecto, compartiendo así de forma más sencilla la información al mismo tiempo que el docente la revisa y añade comentarios para orientarlos (Arrausi & Ribosa, 2017); a la vez que posibilita estructurar el currículo impartido en una asignatura de forma que mejora su estructuración y comprensión para el alumnado, y ayuda al docente a guiar y orientar las cuestiones que le planteen (Stokhof

et al., 2019, 2020). Por otra parte, se ha comprobado que este recurso fomenta la colaboración durante el aprendizaje (Chang et al., 2018), y que puede ser empleado durante las sesiones de clase online mediante herramientas como miMind (Oliveira & Amaran, 2020).

Por último, en lo que respecta a las habilidades de socialización, se ha observado que elementos como la comunicación y la relación con los demás son promovidos durante el trabajo con esta herramienta (Muñoz González et al., 2015); siendo útil para recopilar los conocimientos colectivos del alumnado (Stokhof et al., 2020).

c) Etapa de Secundaria. Estudios sobre el mapa mental realizados en esta etapa demuestran su eficacia a la hora de promover el aprendizaje autónomo y el pensamiento crítico, ya que capacidades vinculadas a la recogida, el procesamiento, la comprensión y la organización de datos se ven enriquecidas (Azizah & Budiyanto, 2019; Cuijun et al., 2015; Fatmawati, 2018; Fuad et al., 2017; İnel-Ekici, 2020; Loc & Loc, 2020; Morante Wan, 2015; Safitri et al., 2020); siendo un buen método para mejorar el vocabulario y favorecer la producción de ideas y la motivación (Bahadori & Bahman, 2016).

Por otra parte, la inteligencia exitosa es potenciada gracias a la contribución de esta técnica a las habilidades analíticas, creativas y prácticas de los discentes (Núñez Lira et al., 2019); y se ha comprobado su efectividad para el trabajo online, ya que ayuda al grupo a trabajar mejor y a reflexionar sobre la actividad en curso (Goodoory, 2014).

d) *Etapa Universitaria*. En este nivel educativo se enmarcan la mayoría de investigaciones realizadas sobre mapas mentales, centradas en gran parte en los efectos que genera sobre el aprendizaje, y en las que se hace alusión a la utilidad de este recurso para enriquecer la comprensión, la organización, la memorización y el recuerdo de la información, y el pensamiento creativo y crítico (Astriani et al., 2020; Corrales, 2019; Debbag et al., 2021; Gilal et al., 2020; Hapidin et al., 2019; Israel et al., 2020; Jing et al., 2019; Lai & Lee, 2016; Muñoz-González et al., 2011; Muñoz González, Sampedro Requena y Marín Díaz, 2014; Muñoz González y Serrano Rodríguez, 2014; Nisa & Rezkita, 2020; Noonan, 2013; Rezapour-Nasrabad, 2019; Seckman & Van de Castle, 2021; Shao, 2020; Wu & Wu, 2020); al tiempo que ayuda a desarrollar la inteligencia visual y el vocabulario de aquellos estudiantes que estén aprendiendo un idioma (Al-Jarf, 2015; Aykac, 2015; Khusniyah, 2019), y a trabajar durante las sesiones de flipped classroom (Zheng et al., 2020) y potenciar la habilidad lectora de otro idioma (Liu & Yuizon, 2020).

Otros aspectos como su influencia para fomentar la cooperación entre los discentes también han sido analizados, destacando como una buena herramienta para la generación de climas de convivencia positivos gracias a su estructura de trabajo en grupo, que fomenta el intercambio de ideas y el respeto entre los compañeros/as a la hora de aportar ideas en su diseño; además de ofrecer una visión organizada y desglosada de la información que mejora el trabajo colaborativo y el reparto del trabajo, con un refuerzo de la empatía, la autoconfianza y la motivación (Bia Platas et al., 2015; Araujo & Gadanidis, 2020; Hidayati et al., 2020; Muñoz González et al., 2016; Muñoz González, Sampedro Requena y Marín Díaz, 2014; Muñoz González, Serrano

Rodríguez y Marín Díaz, 2014; Muñoz González, Vega Gea y Hidalgo Ariza, 2020). Así mismo, para los docentes es de gran ayuda al permitir autoorganizar y administrar actividades y recursos de forma sencilla debido a su estructura gráfica (Morillo-Balsera et al., 2011).

A raíz de estos estudios se puede concluir, y en palabras de Manosalva Mena y Núñez Mesina (2014) que:

Los Mapas Mentales constituyen una forma creativa en la cual se une nuestra mente con un conjunto de nuevas ideas que se anhelan o desean poner en práctica. Por lo tanto, otorgan a un estudiante la posibilidad de concentrarse en detalles concretos estableciendo una visión global que favorece una comprensión casi instantánea de situaciones complejas. Podemos informar que constituye un proceso integral y global del aprendizaje que proporciona la posibilidad de unificación, diversificación e integración de conceptos o pensamiento para analizarlos y sintetizarlos en una estructura creciente y organizada, elaborada con imágenes colores, palabras y símbolos (p.37).

1.3. Proceso de elaboración del Mapa Mental

En vista de todos los efectos positivos que genera en la docencia, se describen a continuación las leyes establecidas por Buzán y Buzán (1996) que representan la base para aplicar este organizador gráfico dentro del aula:

- a) *Ley del énfasis*: Se trata de resaltar el contenido de manera que cause el mayor impacto posible. Para ello la utilización de la imagen es el recurso más adecuado, junto

con su dimensión, colorido, tamaño diverso de las letras o palabras, organización del espacio, etc.

- b) *Ley de la asociación*: Uno de los aspectos vinculado con el énfasis es la intención de establecer asociaciones entre los conceptos, como una forma de comprensión y retención. Básicamente se establece con flechas, colores, códigos, etc.
- c) *Ley de la claridad*: Un elemento importante es el reflejo de las palabras con claridad. Radica en la dirección de la escritura de las palabras, uso de las líneas y su conexión entre ellas y la relación entre palabra-línea.
- d) *Ley del estilo personal*: Cada persona da al mapa su sello personal proveniente de su imaginación, sus habilidades y de su forma de pensar.

(p. 113-122)

Teniendo en cuenta estas leyes, se siguen una serie de pasos a la hora de diseñarlo (Ontoria et al., 2003):

1. *Obtención de ideas*. Es la primera parte del proceso de elaboración del Mapa Mental y se basa en la lectura comprensiva de un texto para obtener sus ideas principales y secundarias.
2. *Selección de ideas*. Una vez obtenidas las ideas del texto se realiza una selección. La comprensión del texto facilita la diferenciación entre ideas principales y secundarias y, por tanto, la creación de microestructuras que reflejan la jerarquización del pensamiento.

3. *Imagen central.* Se coloca en el centro de una hoja en blanco y se representa mediante un dibujo.
4. *Ramas de las ideas principales.* Estas ramas proceden de la imagen central en forma ramificada, sintetizándolas en palabras clave, y se escriben sobre las ramas con letras mayúsculas para que resalten (entre 3-7 ramas máximo).
5. *Ramas de las ideas secundarias.* De las ramas troncales salen ramas menos importantes, que se ramifican en otras que se interrelacionan y subdividen en nuevas subramas. Conforme se van diversificando, los colores y las dimensiones destacan menos, siendo la jerarquización del centro a la periferia y formando una estructura nodal conectada.
6. *Palabras-clave y líneas.* El contenido de las ramas es representado mediante palabras clave que reflejan conceptos o ideas. Cada palabra se expresa en una línea para que se puedan establecer más asociaciones y se facilite la memorización.
7. *Códigos, símbolos, etc.* Se pueden usar códigos y símbolos verbales, numéricos y gráficos, relieves, flechas, figuras geométricas, figuras tridimensionales, etc., que ayudarán a organizar las distintas ideas, a secuenciar el orden jerárquico de los conceptos y a establecer vínculos o conexiones asociativas.
8. *Lectura del Mapa Mental.* Los mapas mentales se leen de izquierda a derecha, y cada rama principal generada a partir de la imagen central puede ser enumerada para facilitar el orden del desarrollo del tema.

Observando el proceso de elaboración con detenimiento se aprecian dos analogías en su funcionamiento, la analogía del árbol y la neurona como expresión del pensamiento irradiante:

- *Analogía del árbol.* Esta analogía toma a este elemento de la naturaleza como referencia de la estructura gráfica del Mapa Mental, siendo el tronco el canal desde donde se distribuyen los nutrientes a las hojas. Si se visualiza, presenta una estructura radial con jerarquización del centro a la periferia, parecida al pensamiento irradiante en el que se parten de unas ideas centrales hasta llegar a unas ideas secundarias en detalle. Al igual que los árboles los Mapas Mentales son diferentes al representar el ritmo y estilo de aprendizaje de la persona que los elabora. (Buzán & Buzán 1996).
- *La neurona como expresión radial del pensamiento* (Ontoria et al., 2003). La neurona se compone de un cuerpo central, núcleo y nucléolo, del que surgen prolongaciones entre las que destacan el axón. El establecer múltiples relaciones sirve para explicar el significado del pensamiento irradiante. Los mapas mentales tienen un funcionamiento similar a la neurona ya que desarrollan y construyen el pensamiento desde la parte central hasta las ideas secundarias que la rodean, reflejando así esta forma de pensar.

Una vez descrito el proceso de elaboración hay que señalar que además de emplear los mapas mentales de forma individual, también pueden ser usados para el trabajo en grupo siguiendo los siguientes pasos (Ontoria et al., 2003):

a) *Trabajo Individual*. Cada miembro elabora su propio mapa mental del contenido que se está trabajando en el aula.

b) *Trabajo en grupo*. El alumnado diseñará un mapa mental grupal por grupo pudiendo realizarse dentro o fuera del aula. Durante su proceso de elaboración se siguen los siguientes procesos:

- Puesta en común de los mapas mentales previamente elaborados por cada miembro del grupo para realizar el intercambio de información.
- La iniciación del trabajo suele ir acompañada de incertidumbre, y el alumnado suele empezar a hacer el mapa mental grupal a modo de composición-puzle, pero cuando ya se ha familiarizado con el proceso desaparecerá el miedo y la incertidumbre iniciales.
- Ante las dificultades encontradas con la composición-puzle, surge el planteamiento de hacer un mapa mental en grupo, empleando para ello técnicas como el *brainstorming* de manera que comenzarán configurando la imagen central del mapa aportando cada uno sus ideas.
- Una vez establecida la idea central se negocian las ideas principales de cada rama mediante un debate, hasta alcanzar una opción satisfactoria para todos.
- Negociación de las ideas y conceptos de las ramas secundarias.
- Generación de gráficos que pueden ir de simples líneas a dibujos complejos. Esto dependerá del nivel de creatividad del grupo.

- Perfeccionamiento del mapa mental realizado mediante el cambio de ideas o realizando una reestructuración espacial.
- Contraste del mapa individual con el grupal. Este proceso es bueno para consolidar o cambiar las estructuras iniciales del mapa.

En ambos casos, los mapas mentales pueden ser diseñados por los estudiantes tanto de forma manual como a través de una serie de programas informáticos creados específicamente para tal fin.

1.4. Uso de las TIC en el diseño de Mapas Mentales

Desde el ámbito de las TIC, como se ha mencionado en los estudios llevados a cabo, han sido diseñados una serie de programas para poder crear mapas mentales digitales. Entre ellos, se pueden mencionar aquellos que se basan en el uso de una plataforma online en la que el alumnado puede diseñar mapas mentales de forma colaborativa, como es en el caso de Mind42 (<https://mind42.com/>), Coggle (<https://coggle.it/>), Popplet (<https://www.popplet.com/>), iMindMap (<https://www.ayoa.com/>), Mindomo (<https://www.mindomo.com/es/>), y MindMeister (<https://www.mindmeister.com/es>).


En el caso de Mind42 y Coggle, la ventaja que tienen es que son totalmente gratuitos, y permiten añadir imágenes, enlaces web y vídeos en el mapa mental; mientras que Popplet, Mindomo, iMindMap y MindMeister tienen limitaciones ligadas a una suscripción de pago. Por ejemplo, una cantidad máxima de mapas mentales por cuenta y que solo se puede incluir audio e imprimir el mapa mental diseñado en el caso de Popplet y Mindomo; la

imposibilidad de usar imágenes salvo que tengas cuenta premium como ocurre con MindMeister; y en iMindMap se pueden subir imágenes, pero para el resto de configuración del mapa mental se requiere pagar una cuota.

Por otro lado, se encuentran programas descargables totalmente gratuitos como FreeMind y Freeplane, otros que tienen características limitadas sujetas a una cuota como es en el caso de XMind y miMind, y otros como MindManager, que ofrece una prueba gratis de 30 días, pero transcurrido ese periodo de prueba es necesario pagar su licencia de uso para poder continuar trabajando con él.

1.4.1. El programa MindManager para el diseño de mapas mentales

De entre todos los programas para diseñar mapas mentales mencionados en el apartado anterior, el alumnado trabajó en clase con MindManager. Este programa permite crear mapas mentales de forma sencilla gracias a una interfaz intuitiva que consta de los siguientes pasos (Muñoz González, 2010):

1. *Creación de un nuevo Mapa Mental.* Los Mapas Mentales comienzan con una idea central en blanco y para introducir un tema en dicha idea solo hay que hacer clic en ella y escribir con el teclado. Par crear un nuevo mapa, se pulsa el botón de MindManager  y a continuación la opción “New” y “Default Map”.
2. *Elaboración de ideas principales y secundarias.* Una vez establecido el tema central del mapa, para crear alrededor de él ideas principales hay que hacer doble clic fuera de

la idea y automáticamente aparecerá una rama con su idea principal. A su vez, si se quieren introducir ideas secundarias hay que hacer clic en la idea principal a partir de la que se partirá, para que quede seleccionada, y se selecciona en la barra de tareas la opción “Insert” y posteriormente “Subtopic”.

3. *Aplicación de color de relleno a las ideas.* Para aplicar color a las ideas hay que clicar en la idea a la que se quiere aplicar el color, se selecciona la opción “Home” en la barra de tareas, “Formatting”, y a continuación se clicca en el dibujo del cubo de pintura para elegirlo.
4. *Aplicación de color a las ramas del Mapa Mental.* Para dar color a una rama principal hay que seleccionar una de las ideas principales, hacer clic en “Home” en la barra de tareas, y ahí aparecerá la opción de “Formatting.” Se despliega la pestaña del dibujo de una brocha para poder seleccionar un color y se hace clic en él. En el caso de aplicar un color diferente a las ideas secundarias de la misma rama, hay que ir clicando una por una, manteniendo el botón “control” pulsado (igual que cuando se seleccionan varios párrafos de un Word a la vez) y se hace lo mismo que con la idea principal.
5. *Inserción de Boundary alrededor de nuestras ramas principales.* Para insertar un Boundary en las ideas principales, hay que seleccionar la idea principal de la rama del mapa mental diseñado, irse a la opción “Home”, “Insert”, y desplegar la pestaña de la opción “Boundary” en la que se muestran los distintos tipos de Boundary existentes. Para ponerle un color solo hay que

seleccionarlo una vez esté creado, y elegir la opción del cubo de relleno si se le quiere poner color de relleno o la opción de la brocha si solo se quiere colorear el contorno.

6. *Inserción de imágenes en el Mapa Mental.* Para introducir una imagen en una idea principal hay que hacer clic en la idea para que quede seleccionada, botón derecho, “image” y se selecciona la opción “from file” para buscar la imagen descargada previamente de internet. Si se quiere cambiar su posición con respecto a las letras, hay que hacer doble clic dentro del cuadro y se abrirá una ventana donde aparece la opción de “Alignment”.

Además de la sencillez que aporta a la hora de hacer mapas mentales, este programa presenta una serie de ventajas (Muñoz González, 2010):

- Permite la realización del Mapa Mental por partes y la posibilidad de modificarlo durante el proceso sin perder la estructura.
- Potencia la creatividad gracias a la utilización de imágenes y colores del propio ordenador.
- Posibilita la opción de realizar mapas de grandes dimensiones (megamapa), ya que el programa posee la opción de zoom para ver con detalle cada sección de nuestro Mapa Mental.

Como se puede observar, durante su proceso de creación se emplean imágenes para representar conceptos, por lo que existe la posibilidad de incluir elementos de realidad aumentada debido a

que las imágenes en 2D pueden actuar como marcadores de activación de esta tecnología.

2. La Realidad Aumentada como recurso potenciador del aprendizaje

La historia de esta tecnología tiene sus inicios en 1968, cuando I. Sutherland diseñó el primer sistema de realidad aumentada empleando un casco de visión que permitía visualizar objetos 3D renderizados. No obstante, el primer autor en emplear este término en sus investigaciones fue Tom Caudell, en 1990, que junto a un grupo de ingenieros de Boeing creó un sistema que ofrece la posibilidad de visualizar, en un tablero, diagramas digitales a través de un cableado. Durante ese año Steven Feiner, Blair MacIntyre y Dore desarrollaron el sistema Karma, que explica cómo recargar las impresoras por medio de la proyección de imágenes; al tiempo que L.B. Rosenberg construyó Mixtures, un sistema de realidad aumentada que demuestra los beneficios de esta tecnología sobre el rendimiento (Cabero y García, 2016).

Posteriormente, en 1994 Milgram y Kishino diseñan la fórmula continuum, que permite clasificar una realidad según sea virtual, real únicamente o mixta (se sitúa entre medias de ambas realidades); y en 1997 fue presentado The Touring Machine, el primer sistema móvil de RA gracias al sistema de visualización See-Through, basado en la combinación de imágenes reales con gráficos en 2d y 3d en una pantalla. Por otra parte, en ese mismo año Azuma (1997) establece la diferencia entre RA y RV, puntualizando que la RA permite al usuario ver el mundo real con objetos virtuales superpuestos al combinar elementos reales con

virtuales, con la posibilidad de interactuar con ellos en tiempo real gracias a la tecnología tracking, que calcula la posición real de una cámara con respecto a una escena para poder alinear correctamente imágenes virtuales sobre la imagen real; mientras que la RV sumerge al usuario en un mundo totalmente virtual alejándolo así de la realidad física (Cabero y García, 2016).

Años más tarde aparecería la primera librería de RA llamada ARToolkit, desarrollada por Kato en 1999, así como el primer videojuego de RA (ARQuake, interactive Outdoor Augmented Reality Collaboration System) creado por Bruce y Thomas en el año 2000. En esta época de expansión tecnológica, Siemens diseña el videojuego Mozzies, que utiliza la cámara de un teléfono móvil para superponer mosquitos sobre la imagen real que muestra, lográndose la primera visualización de realidad aumentada a través de este tipo de dispositivos.

Muchos han sido los avances conseguidos durante los últimos años en el campo de la RA, y gracias a que los dispositivos móviles han ido evolucionando y ganando mayor importancia e impacto en la sociedad, y que en 2008 empezaron a incorporar aplicaciones de RA como Wikitude, con la que es posible acceder a información por medio de la RA, han impulsado su uso en varios sectores entre ellos el educativo (Castañeda Quintero et al., 2014).

Antes de ahondar en las investigaciones y campos donde ha sido aplicada, es indispensable profundizar en su concepto y las características que la definen. Como se ha reflejado anteriormente, la realidad aumentada es una tecnología que permite insertar una superposición digital de capas de información en el mundo real, coexistiendo tanto el elemento virtual como el real en el mismo espacio mediante el uso de dispositivos electrónicos; a la vez que

el usuario puede visualizar e interactuar con dicha información en tiempo real y desde diferentes perspectivas gracias a dispositivos como ordenadores, tabletas digitales, smartphones, etc., en los que se visualizan elementos de distintos formatos como imágenes, vídeos, sonidos y formas en 3D (Azuma, 1997; Cabero Almenara y Barroso Osuna, 2016; Cabero y García, 2016; Chiciooreanu & Amza, 2014; Fernández Robles, 2017; Moreno Fuentes y Pérez García, 2017).

Tomando en consideración esta definición, se pueden observar una serie de propiedades que se enuncian a continuación (Cabero y García, 2016):

- *Realidad mixta*. El mundo real se combina con el mundo virtual, de forma que la percepción de los elementos físicos es acompañada de los elementos digitales creados.
- *Integración coherente en tiempo real*. Los elementos virtuales se encuentran alineados con los elementos de la realidad correspondiente, guardando así una relación espacial para percibir ambas realidades como un todo.
- *Diversidad de la capa de información digital*. Cualquier elemento digital (vídeo, objeto 3D, texto etc.) puede estar vinculado a un marcador.
- *Posibilidad de interacción*. Los elementos pertenecientes a la capa digital pueden configurarse de forma que permitan la interacción con el usuario o entre los objetos.
- *Enriquecimiento o alteración de la información*. El hecho de crear una realidad mixta donde la información proporcionada digitalmente enriquece la información

física del mundo real es algo característico de la palabra aumentado, aunque no se trata de aumentar la información sino de enriquecer la realidad para aportar datos significativos.

En lo que respecta a su uso, es una tecnología que requiere de una serie de componentes (Fombona Cadavieco et al., 2012; Fundación Telefónica, 2011; Kipper & Rampolla, 2012; Mullen, 2012):

- Un elemento que capture la imagen de la realidad que está viendo el usuario (una pantalla de ordenador, un teléfono, o una videoconsola).
- Un dispositivo donde proyectar la mezcla de las imágenes reales con las imágenes sintetizadas (pueden servir los tres citados anteriormente).
- Un elemento de procesamiento o varios que trabajen conjuntamente, cuya función es interpretar la información del mundo real que recibe el usuario, generar la información virtual que cada servicio concreto necesite y mezclarla de forma adecuada (ordenadores, móviles o videoconsolas).
- Un tipo de software específico para la producción del programa.
- Un activador de la realidad aumentada o marcador que puede ser un código QR, una imagen, objetos físicos, GPS...

- Un servidor de contenidos donde se ubique la información virtual que se quiere incorporar a la realidad.

En definitiva, lo principal es que la capa digital integrada en la realidad sea coherente y significativa, siendo posible la interacción y el enriquecimiento de la información.

2.1. Tipos de Realidad Aumentada y recursos

Existen varios tipos de RA que pueden ser clasificados en función del componente físico, del componente virtual y de su funcionalidad (Cabero y García, 2016).

Con relación al componente físico encargado de activar el elemento virtual, existen cinco niveles de clasificación:

1. *Nivel 1 de RA basado en un patrón artificial en blanco y negro.* No emplea un patrón de color dado que la tecnología tracking responde a la escala de grises. Se asemeja mucho a los códigos QR, pero debido a que el resultado no está integrado con el componente físico no se considera una realidad mixta.
2. *Nivel 2 de RA mediante el uso de una imagen.* Existen varias posibilidades entre las que se encuentran: una imagen, una imagen extendida o panorámica y un rostro. Según las recomendaciones de Metaio lo ideal es que tenga las siguientes características:
 - Patrón estructurado con zonas de diferente color, bordes definidos y alto contraste.

- Patrón con dimensiones comunes: cuadrado, rectangular...etc.
 - Asegurarse de que la imagen no sea demasiado oscura y que no tenga puntos de reflejo.
 - El texto y las zonas sombreadas suelen dificultar su detección.
3. *Nivel 3 de RA basado en un elemento físico.* La realidad física se compone de tres dimensiones, por lo que lo mejor para una realidad virtual es un escenario u objeto en 3D. No obstante, dado que resulta complicado y costoso realizar el escaneo de un objeto real para que el objeto en 3D sea una representación fiel, apenas se usa.
 4. *Nivel 4 de RA por medio de GPS.* El GPS es un sistema de posicionamiento formado por 24 satélites que a través de la triangulación permite determinar la posición de un usuario en cualquier lugar del planeta. Con este sistema se pueden usar las coordenadas para asociar diferentes tipos de información.
 5. *Nivel 5 de RA: la huella termal.* Es una tecnología diseñada por *Metaio* que permite vincular información a las huellas de calor que los dedos de los usuarios dejan en una superficie.

Además de esta clasificación, se pueden encontrar otras como la elaborada por Fombona Cadavieco et al. (2012), que establece cuatro niveles:

1. *Nivel 0 de RA.* Este nivel se caracteriza por el uso de códigos QR, que por medio de hiperenlaces nos trasladan a espacios web o proporcionan información en forma de texto, sonido, etc.
2. *Nivel 1 de RA.* En este nivel se emplean imágenes que actúan como activadores de la realidad aumentada.
3. *Nivel 2 de RA.* Hace uso del GPS que actúa como geolocalizador para crear elementos de RA en una ubicación concreta.
4. *Nivel 3 de RA.* La realidad aumentada es captada por medio de dispositivos HDM como las gafas *Hololens*.

En lo que respecta al componente virtual, y en función del contenido incorporado al mundo real, se pueden generar realidades mixtas que emplean objetos 3D, vídeos, textos, imágenes planas y audio; y según la naturaleza de este componente se establecen cinco tipos de RA (Cabero y García, 2016):

- *RA basada en imagen.* Estas imágenes acostumbran a ser mapas bits, en formato png o jpg, siendo el primer formato más fácil de integrar en la realidad ya que sus imágenes tienen zonas transparentes.
- *RA basada en 3D.* Existen dos tipos, la estática, que posee un formato wavefront (.obj), correspondiente a mallas superficiales poligonales recubiertas con una textura, y que pueden ser naturales (objetos reales escaneados), artificiales, y Dicom (imágenes médicas en 3D procedentes del escaneado de imágenes sucesivas

mediante un TAC); y la animada, que abarca los formatos fbx y md2.

- *RA basada en vídeo.* El formato empleado para el video es formato mp4 o 3g2. Este último es el más recomendable ya que posibilita hacer transparente el fondo del vídeo de modo que no tape por completo la realidad, creando así la realidad mixta.
- *RA en audio.* Son útiles para incorporar sobre un tema, por ejemplo, se pueden usar para fines turísticos, empresariales, académicos, etc. Normalmente son en formato mp3.
- *RA multimedia.* Se basa en combinar objetos virtuales en diferente formato en un mismo escenario.

Por último, atendiendo a su funcionalidad, un entorno de RA puede emplearse para aumentar la percepción o para crear un entorno artificial (Hugues et al., 2011):

- *Percepción aumentada.* La RA es una herramienta que nos proporciona información sobre la realidad para comprenderla mejor y tomar mejores decisiones sobre nuestras acciones. Esta funcionalidad se puede dividir en 5 subfuncionalidades: realidad y virtualidad documentadas, realidad con percepción o comprensión aumentadas, asociación perceptual de lo real y lo virtual, asociación comportamental de lo real y lo virtual, y sustitución de lo real por lo virtual o realidad virtualizada.
- *Creación de un entorno artificial.* Esta tecnología puede crear entornos que permiten visualizar una realidad

pasada o futura, e incluso diseñar una cuya realidad sería imposible. Por ello, se distinguen tres tipos de funcionalidades (Cabero y García, 2016): imaginar cómo sería una realidad futura incorporando elementos de RA a un entorno real, imaginar una realidad pasada mediante la incorporación de elementos virtuales que representen dicha realidad en un ambiente real, e imaginar una realidad imposible de existir con un fin artístico, lúdico o estético.

Una vez elegido el recurso real y virtual, hay que generar interacción y asociación entre ellos. Para ello, existen aplicaciones gratuitas y de pago que admiten todo tipo de recursos, con opciones a trabajar por medio de Apps, programas descargables e instalables en el ordenador, y plataformas Web (Blas Padilla et al., 2019; del Cerro Velázquez y Morales-Méndez, 2017; George Reyes, 2020; Marín-Díaz et al., 2018; Peña-Acuña et al., 2020; Rebollo et al., 2021; Vidal-Balea et al., 2021):

- *Aplicaciones móviles.* Se pueden encontrar aplicaciones como ARBI Books, que permite ver contenidos de RA diseñados para unos libros de lectura concretos; Quiver, que ofrece láminas de colores que cobran vida mediante la RA y actividades interactivas para aprender diferentes tipos de contenido; Chromville, donde es posible trabajar contenidos relacionados con las ciencias; Zookazam, para visualizar diferentes tipos de animales; Anatomy 4D, para trabajar el cuerpo humano; ARGeo, para trabajar la geografía; y GeoGebra AR, que abarca conceptos relacionados con la geometría. Estas aplicaciones ofrecen la posibilidad de interactuar con contenidos diseñados previamente por los

autores o marcas comerciales, pero tienen el inconveniente de que no se pueden integrar contenidos externos y tienen una finalidad más centrada en la adaptación pedagógica que en el diseño.

Por otra parte, otras aplicaciones como Augment, HP Reveals, Blippar, Aumentaty Geo, Wallame, Metaverse, etc., sí permiten diseñar y visualizar a través de ellas recursos diseñados en sus versiones de app o plataformas web, siendo útiles para el diseño de objetos y escenarios de RA.

- *Programas para ordenador.* Existen programas cuyo software está disponible para descargar e instalar en el ordenador. Algunos ejemplos son: Augmentaty Author, Aumentaty Geo, Aumentaty Vsearch, Geo Aumentaty, BuildAr, Vuforia SDK, Layar, Wikitude, Win AR, SketchUp y Metaio Creator.
- *Plataformas Web.* Las plataformas Web como Blippar, HP Reveals y Augment, permiten diseñar recursos de RA haciendo uso de un entorno gráfico que posteriormente se visualiza a través de una Apps. Pese a ello, tienen ciertas restricciones como poseer una parte gratuita limitada en comparación con su versión de pago que ofrece más opciones, tienen poca cantidad de contenidos virtuales utilizables, muestran reducidas posibilidades de interacción, requieren de un formato digital específico, y los recursos diseñados solo son visibles a través de ellas.

Entre las plataformas Web anteriormente citadas, en el siguiente apartado se hace especial mención a la plataforma

Augment, ya que ha sido la empleada en la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzle.

2.1.1. La plataforma de Realidad Aumentada “Augment”

La plataforma web Augment es una herramienta muy sencilla de utilizar al estar específicamente diseñada para trabajar con elementos en 3D, y es un instrumento eficaz para el aprendizaje (Cabero Almenara, Barroso Osuna y Obrador, 2017). Consta de una página web https://manager.augment.com/en/users/sign_up en donde los estudiante que participaron en este estudio se registraron para poder utilizarla.

A la hora de interactuar con ella ofrece dos opciones, *My models* y *My trackers*:

- *My models*. En esta ventana los usuarios pueden subir sus modelos en 3D, descargados previamente de la página <https://www.tinkercad.com/> en formato .obj.
- *My trackers*. Este apartado permite asociar a una imagen, que actuará como marcador, un elemento en 3D, un enlace web o un vídeo. Actualmente la página ha sido modificada y solo permite trabajar con códigos QR como marcadores.

Además de la página web, existe también su versión en App para móviles, en la que haciendo uso de la cámara del móvil se puede enfocar al marcador creado en la página web para visualizar el elemento virtual enlazado a este.

2.2. La realidad aumentada en educación

A lo largo de los años esta tecnología ha ganado fuerza en el sector educativo, con varios informes en los que se destaca su potencial. Por ejemplo, en 2010 el informe Horizon indicó que sería adoptada en el ámbito educativo dentro de 4-5 años (García, Peña-López et al., 2010), y años más tarde este pensamiento se mantuvo en los siguientes informes, reduciéndose en 2011 el margen establecido anteriormente en 2-3 años; mientras que en la edición de 2016 fue fijado el periodo de 2-3 años para su incorporación en la Educación Superior (Johnson et al., 2016). Por otra parte, el Tecnológico de Monterrey (2015, 2016) publicó informes de su Radar de Innovación en los que considera que esta tecnología emergente sería adoptada en la educación en un plazo de 1-2 años.

Este potente avance en el sector educativo puede encontrar su explicación en una serie de fundamentos psicológicos enunciados a continuación (Cabero y García, 2016):

- La mayor efectividad de la lectura en papel frente a la lectura en una pantalla digital. Es más fácil recordar y comprender la información escrita en papel que la mostrada en una pantalla digital, debido entre otras cosas a que los textos digitales impiden la navegación intuitiva del usuario al requerir mayor atención para moverse por el ordenador, restando concentración en la comprensión y ocasionando además fatiga visual. A su vez, al leer un texto en papel el usuario tiende a establecer una imagen mental de la distribución de los párrafos en la hoja, que ayuda a encontrar y recordar la información, y esto no se consigue en una pantalla digital.

Pese a ello, el soporte digital es también aconsejable, siendo lo ideal integrar sobre el papel información digital que se puede conseguir por medio de la introducción de una ilustración que actúe como marcador que permitirá, a través de un dispositivo móvil, visualizar información extra sin necesidad de interrumpir el proceso de aprendizaje como ocurriría al consultar la información en un ordenador.

- La capacidad de captar la atención del estudiante, imprescindible para lograr el aprendizaje consciente. En los elementos 3D la calidad del elemento virtual no es lo que determina que el cerebro, encargado de procesar la información que recibe, establezca qué es real, sino su buen alineamiento con la realidad física observada por la persona. Dicha percepción se ve influenciada por factores cognitivos, generándose de forma casi simultánea al acto perceptivo y permitiendo activar la percepción.
- La combinación de elementos facilita el recuerdo de la información. Si se quiere diseñar un buen material audiovisual didáctico, es necesario que la información visual y auditiva se unan de forma armónica. Esta situación se ve potenciada con la RA, ya que el componente virtual está enriquecido por el componente del entorno real al que está enlazado. A ello hay que añadir la posibilidad de manipular el elemento virtual desde diferentes ángulos, implicando así al sistema sensorial propioceptivo.

Por otra parte, existen una serie de características que han ayudado a generar una gran aceptación de la RA en el ámbito educativo (Coimbra et al., 2015; Gallego-Pérez, 2018; Johnson et al., 2010):

- Desarrollo de un aprendizaje constructivista. La RA genera motivación en el alumnado y hace que se involucre con más profundidad en las actividades llevadas a cabo en el aula al superponer información; a la vez que permite unas relaciones más significativas con los conocimientos aprendidos.
- Generación de un aprendizaje contextual. Esta tecnología ofrece la posibilidad de traer el mundo real al aula e incorporar experiencias educativas en el contexto real, facilitando la comprensión de la realidad al ser los recursos empleados interactivos y posibles de visualizar en el contexto donde se ubique el discente (Meritxell Estebanell et al., 2012; Reinoso, 2016). Con esto se crean escenarios que no existen o a los que es difícil acceder de forma natural (Cabero Almenara y Barroso Osuna, 2016), por lo que es posible diseñar laboratorios o simuladores en los que el alumnado puede experimentar sin correr ningún riesgo.
- Posibilita a los estudiantes visualizar y observar objetos desde múltiples perspectivas.
- Permite llevar a cabo un aprendizaje basado en juegos. La posibilidad de crear situaciones inmersivas a través de la realidad aumentada permite un aprendizaje en el que el alumnado asume un rol dentro de una narrativa digital, y proporciona recursos e información relevante contextualizada, creando así entornos lúdicos motivantes.
- Ofrece la oportunidad de experimentar un aprendizaje basado en la investigación. Se pueden emplear modelos

virtuales manipulables ubicados en un contexto real, e información contextualmente relevante del tema a investigar.

- Posibilidad de uso en diferentes materiales. Dada la versatilidad y creatividad que muestran las aplicaciones gracias a la RA, puede ser incorporada para enriquecer diferentes documentos escritos como libros, instrucciones, cuadernos, apuntes etc., a los que se pueden incorporar vídeos, objetos en 3D, elementos de audio y enlaces Web con el fin de enriquecerlos.

Todas las características mencionadas convierten a la RA en un recurso flexible y muy atractivo a nivel educativo como se verá reflejado posteriormente en las investigaciones realizadas a lo largo de los últimos años, aunque algunos autores resaltan una serie de dificultades en cuanto a su uso en las aulas (Barroso-Osuna et al., 2019; Bellezza et al., 2017; Cabero Almenara, Fernández Róbles y Marín Díaz, 2017; Chicioreanu & Amza, 2014; Rivadulla López y Rodríguez Correa, 2020). Entre los aspectos destacados en dichos estudios, se hace hincapié a la necesidad de mejorar la dotación técnica de los centros, actualmente con mayor presencia en la etapa de secundaria que en primaria, para potenciar la conexión a internet dado que puede fallar durante el trabajo en clase. Así mismo, la necesidad de un software especializado para usar la RA y la especificidad de las aplicaciones pueden limitar su uso en aspectos concretos de la enseñanza, al tiempo que existe una escasez tanto de objetos de aprendizaje aplicables a nivel educativo como de experiencias realizadas.

Por otra parte, los docentes y el alumnado necesitan de unas competencias mínimas para utilizar esta novedosa tecnología, en

la que inicialmente hay que invertir una elevada cantidad de tiempo para preparar el material con el fin de adecuarlo a las características y necesidades de los estudiantes; siendo la creación de este tipo de material compleja, y los dispositivos móviles empleados con la RA pueden ser difíciles de manejar en ciertas edades, aunque hoy en día los niños/as empiezan desde muy pequeños a manejarlos. A su vez, no existe un marco conceptual unificado que oriente el uso de la RA a nivel educativo, y los cursos formativos tienden a limitarse al manejo de la tecnología cuando deberían también instruir en la forma de incorporarla en las aulas.

Ante los inconvenientes enumerados es imprescindible conocer las habilidades y necesidades de cada estudiante para poder adaptar el material, elaborar tutoriales que sirvan de guía para emplear de forma correcta la realidad aumentada con el objetivo de lograr un mayor nivel de aceptación e interés, y familiarizarse con las herramientas antes de aplicarlas (Cabero-Almenara et al., 2019; Cabero Almenara, Fernández Róbles y Marín Díaz, 2017).

2.3. Investigaciones y proyectos sobre la realidad aumentada en educación

Pese a los inconvenientes expuestos sobre esta tecnología, su presencia en el sector educativo se ha incrementado con el paso de los años gracias a los avances tecnológicos acaecidos, dando lugar a varias investigaciones dentro de las diferentes etapas educativas.

En la etapa de Educación Infantil y Primaria, los estudios se han focalizado en la representación de objetos interactivos en 3D como pueden ser la recreación de un volcán, partes del cuerpo

humano y del sistema solar, los animales, las figuras geométricas, etc.; incorporando a su vez libros enriquecidos con esta tecnología para la alfabetización de los estudiantes, así como materiales didácticos con elementos de RA con los que el alumnado ha destacado que incrementan su interés y motivación durante el aprendizaje, y que ayudan a generar entornos inmersivos en los que pueden investigar y adquirir autonomía. A su vez, esta tecnología se ha combinado también con las STEM para analizar sus efectos sobre el aprendizaje, así como para trabajar con discentes que presentan necesidades educativas especiales (Al Shuaili et al., 2020; Arvanitaki & Zaranis, 2020; Chen, 2020; Cihak et al., 2016; Cózar-Gutiérrez & Sáez-López, 2017; Danaei et al., 2020; Flores-Bascuñana et al., 2020; Gecu-Parmaksiz & Delialioglu, 2019; González Pérez y Cerezo Cortijo, 2020; Hassan et al., 2021; Hung et al., 2017; Iquirá-Becerra et al., 2020; Lee et al., 2018; López-Faicán & Jaen, 2020; Lu & Liu, 2015; Marín Díaz et al., 2016; Marín Díaz, Morales Díaz y Reche Urbano, 2020; Marín Díaz, Sampedro Requena y Muñoz González, 2020; Marín Díaz y Muñoz Asencio, 2018; Pan et al., 2021; Pérez-hernández y Pérez Sobrino, 2020; Rebollo et al., 2021; Rego Raposo y Colares da Silva, 2020; Sánchez García y Toledo Morales, 2017; Wen, 2020; Yousef, 2021).

Por otra parte, también han surgido investigaciones en las que se ha analizado su efectividad para trabajar las inteligencias múltiples (Neira-Piñeiro et al., 2019), su uso junto a mapas conceptuales (Chen et al., 2016), para el aprendizaje de idiomas (Che Dalim et al., 2020; Chen & Chan, 2019; Redondo et al., 2020) y en protocolos de reanimación y soporte vital (López Belmonte et al., 2019); así como para desarrollar experiencias educativas por medio de gymkanas (Moreno Fuentes y Pérez

García, 2017), juegos ubicuos (Sáez-López et al., 2019) e itinerarios didácticos (Villalustre Martínez et al., 2019). En ellos, los estudiantes se divierten mientras aprenden y les ayudan en el proceso de transición entre el entorno virtual en el que están acostumbrados a manejarse, dado el uso extensivo que hacen de los dispositivos digitales, y el entorno real para desarrollar actividades lúdicas y de aprendizaje que llamen su atención (Shin y Gweon, 2020).

En lo que respecta a la etapa de Educación Secundaria, se ha contrastado el uso de la lectura normal con la lectura con RA (Mumtaz et al., 2017), mostrando mayor efectividad los elementos enriquecidos con esta tecnología. También ha sido fomentado su uso para el aprendizaje de las matemáticas, la química, la física, la biología, el desarrollo de la visión y orientación espacial y el fomento de la comunicación (Abdusselam & Karal, 2020; Badilla-Quintana et al., 2020; Cai, Liu, Shen et al., 2020; Cai, Liu, Wang et al., 2021; Chen & Liu, 2020; del Cerro Velázquez y Morales-Méndez, 2017; del Cerro Velázquez & Morales Méndez, 2021; Fernández-García, 2021; Gargrish et al., 2020; George Reyes, 2020; Georgiou & Kyza, 2021; Gnidovec et al., 2020; Kirikkaya & Başgül, 2019; Koç et al., 2021; Leal Aragón, 2020; Lin et al., 2020; López-Belmonte et al., 2020; Mendoza-Garrido, et al., 2020; Moreno Garrido y Baños Legrán, 2019; Moreno-Guerrero, Alonso García et al., 2020; Moreno Guerrero, Rodríguez Jiménez, et al., 2020; Villarejo, 2019; Yildirim & Seckin Kapucu, 2020; Zhang et al., 2021). Al igual que ocurre en las etapas anteriores, se ha combinado con las STEM (Ibáñez et al., 2020; Jesionkowska et al., 2020), y tanto profesores como maestros han apreciado su potencial para la enseñanza (Iftene & Trandabăț, 2018).

Por último, la mayoría de las investigaciones con esta tecnología se ubican dentro del ámbito universitario, en donde hay estudios desarrollados en una amplia diversidad de carreras vinculadas por ejemplo al sector sanitario, como medicina y enfermería, a la ingeniería y arquitectura, y al ámbito de las ciencias sociales y experimentales (Abdinejad et al., 2021; Ahmad Fauzi et al., 2019; Altmeyer et al., 2020; Arulanand et al., 2020; Astudillo Torres, 2019; Barroso Osuna y Cabero Almenara, 2016b; Barroso Osuna et al., 2016; Boboc et al., 2021; Cabero-Almenara, Llorente-Cejudo y Gutiérrrez-Castillo, 2017; Cabero-Almenara et al., 2019; Cabero et al., 2019; Cabero Almenara et al., 2020; Cabero-Almenara, Barroso-Osuna et al., 2018; Cabero Almenara, Fernández Róbles y Marín Díaz, 2017; Chin & Wang, 2020; Coimbra et al., 2015; Conley et al., 2020; Elfeky & Elbyaly, 2021; Faridi et al., 2021; Ferrer-Torregrosa et al., 2015; Garay Ruiz et al., 2016; Herbert et al., 2021; Kaur et al., 2020; Khan et al., 2019; Lee & Tucker-Kellogg, 2020; Liang et al., 2020; Little et al., 2021; Martínez Pérez y Fernández Robles, 2018; Nolasco de Almeida Mello y Cabero Almenara, 2019; Monteiro Paulo et al., 2021; Peterson et al., 2020; Reeves et al., 2021; Scaravetti & Doroszewski, 2019; Thees et al., 2020; Urbano et al., 2020; Vidal-Balea et al., 2021; Yoon & Kang, 2021). En ellos se ha observado que esta tecnología es acogida positivamente, siendo útil para la creación de material didáctico enriquecido, ya que genera motivación y creatividad, al mismo tiempo que ayuda durante el aprendizaje al facilitar la comprensión de ciertos elementos más abstractos y al promover la colaboración y la autonomía.

Por otro lado, esta tecnología presenta un buen número de estudios en carreras vinculadas a la formación inicial docente, en los que se ha analizado la actitud y conocimiento que tiene el

alumnado sobre ella, y su intención de uso de cara a su futuro trabajo como educadores. A través de ellos se ha confirmado que una gran parte de los estudiantes la desconocían y que tras probarla mostraron interés en cuanto a su uso en la docencia, aunque resaltan la necesidad de recibir una buena formación para poder aplicarla en las aulas, dado que carecen del nivel competencial para hacerlo, y que se necesitan muchos recursos tecnológicos para aplicarlas (Barroso Osuna y Gallego Pérez, 2017; Barroso-Osuna et al., 2018; Cabero-Almenara et al., 2019; Cabero-Almenara, Vázquez-Cano y López-Meneses, 2018; Castaño Calle y González Alonso, 2019; Czerkawski & Berti, 2021; Fernández Robles, 2017, 2018; Gallego et al., 2018; Gómez-Galán et al., 2020; Marín Díaz, 2018; Marín Díaz, Morales Díaz y Reche Urbano, 2020; Marín Díaz, 2017a; Marín Díaz et al., 2017; Marín-Díaz y Sampedro-Requena, 2020; Mei & Yang, 2021; Moreno Martínez y Leiva Olivencia, 2017; Pedraza Goyeneche et al., 2017; Rodríguez-García et al., 2019; Roig-Vila et al., 2019; Sáez-López et al., 2020; Salar et al., 2020; Vidal-Balea et al., 2021).

En cuanto a su potencial, indicaron que promueve el aprendizaje inmersivo, permite la interdisciplinaria y la experimentación, constituyendo un elemento motivante que enriquece el aprendizaje y la comprensión, y que fomenta la creatividad, la inclusión y el trabajo en grupo (Cabero Almenara y Barroso Osuna, 2018; Cabero Almenara, Barroso Osuna y Gallego Pérez, 2018; Cabero-Almenara et al., 2019; Cabero Almenara y Marín-Díaz, 2018; Castañeda Quintero et al., 2014; Cheng, 2016; Cózar Gutiérrez et al., 2015; Del Moral Pérez y Neira-Piñeiro, 2019; Fernández Robles, 2017, 2018; Ferrer-Torregrosa et al., 2015; Gecu-Parmaksiz & Delialioğlu, 2019; Marín Díaz, 2016; Marín-Díaz et al., 2018; Marín-Díaz y Sampedro-Requena, 2020;

Martínez Pérez y Fernández Robles, 2018; Moreno Fuentes y Pérez García, 2017; Moreno Martínez y Leiva Olivencia, 2017; Pedraza Goyeneche et al., 2017; Pérez et al., 2021; Rodríguez-García et al., 2019; Roig-Vila et al., 2019; Sáez-López et al., 2020; Salar et al., 2020; San Pedro Veledo et al., 2019; Vázquez-Cano et al., 2020; Villalustre Martínez, 2020).

Junto a las investigaciones destacadas, han surgido también varios proyectos vinculados a la RA en los campos que se enumeran a continuación:

a) *Campo de la ingeniería y arquitectura.* En este sector se han realizado proyectos sobre el uso de la RA por medio de recursos 3D, en donde los estudiantes trabajan materias vinculadas a las Tecnologías de la Construcción (Fonseca Escudero et al., 2016); evaluaciones sobre las posibilidades de este recurso y su aplicación en Mobile Learning, realizados por estudiantes de Arquitectura e Ingeniería de la Universidad Politécnica de Cataluña con resultados positivos en cuanto al rendimiento (Redondo Domínguez et al., 2012); utilización de la aplicación ElectARmanual con estudiantes de Ingeniería Eléctrica, la cual tuvo un buen grado de aceptación por los discentes y mejoró sus niveles de motivación (Martín-Gutiérrez et al., 2015); y el Proyecto GhostHands realizado por la Knowledge Media Institute de la Open University, en el que el alumnado visualiza los brazos de su profesor dentro de una actividad práctica donde les da explicaciones (Johnson et al., 2016).

b) *Área de matemáticas y física.* En estas áreas surgen proyectos como el de Coimbra et al. (2015) en los que los estudiantes, a través de recursos en 3D con la realidad aumentada, trabajaron conceptos matemáticos obteniendo una buena

repercusión en el rendimiento y la satisfacción, ya que la interacción y visualización con materiales en 3D facilitaba su comprensión. También está presente el proyecto elaborado por el Instituto de Biocomputación y Física de la Universidad de Zaragoza a través del Proyecto Laboratorio de Física con RA, que al igual que el anterior, enriqueció el material didáctico con RA para facilitar la comprensión de su contenido (Cabero y García, 2016); el proyecto GeAR de física (Altmeyer et al., 2020); el proyecto “Desarrollo de razonamiento matemático espacial a través de la creación de objetos físicos de aprendizaje en RA (DEREMARA)”, que tiene la finalidad de analizar el potencial de la RA para desarrollar la capacidad de razonamiento espacial de los estudiantes universitarios (Cruz et al., 2020); y el proyecto PID2019-106426RB-C32, donde se hacen uso de videojuegos en combinación con la RA para trabajar aspectos de las matemáticas como la multiplicación.

c) Campo de la medicina y las CC de la salud. Algunos ejemplos del uso de la RA en estos campos pueden verse en las pruebas realizadas en la asignatura de Anatomía III en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador) donde observaron que sus estudiantes mejoraron su nivel académico (Barba Vera et al., 2015).

d) Experiencias multidisciplinares como: el proyecto RAUS de la Universidad de Sevilla, en el que los docentes de dicha universidad solicitaron a su Secretaría de Recursos Audiovisuales y NNTT apoyo y guía para diseñar y producir objetos de Realidad Aumentada en sus asignaturas; el proyecto Magic Book del grupo HIT basado en el enriquecimiento de libros mediante la incorporación de elementos de digitales por medio de la RA; y el

proyecto Mentira, de la Universidad de Wisconsin-Madison, donde a través de la gamificación crean objetos de RA para el aprendizaje de la lengua española (Cabero y García, 2016).

e) Campo de la educación. En este ámbito existen varios proyectos como el proyecto de Moreno Martínez y Leiva Olivencia (2017), desarrollado con estudiantes de Educación Primaria en el que crearon materiales educativos con RA; el proyecto “Experiment with Augmented Realtiy” (Villalustre Martínez et al., 2019) de la Consejería de Educación de Asturias, en el que se diseñaron itinerarios didácticos en primaria con Hp Reveals, a la par que usaron también las aplicaciones de Quiver y Chromville; el proyecto ITINER-AR (Del Moral Pérez y Neira-Piñeiro, 2019) financiado por la Universidad de Oviedo, en el que se formó al profesorado en el uso pedagógico de la RA y la implementación de la metodología ARGbL; el proyecto “Joyful Adult Training using Augmented Reality” (JoyAR) que analizó el nivel de implicación de varios profesores, procedentes de distintos países, en el uso de las nuevas tecnologías (Chicioreanu & Amza, 2014); el proyecto de innovación pedagógica “Formación didáctica en Cloud Computing: Competencias digitales, estrategias didácticas y e-actividades con tecnología Web 2.0 en el EEES” (Vázquez-Cano et al., 2020); y el proyecto DigiCraft, cuya finalidad es desarrollar la competencia digital de los niños/as para favorecer su inclusión social y la igualdad de oportunidades, dentro del cual se desarrollan programas para trabajar esta competencia a través de la RA (Casillas-Martín y Cabezas-González, 2021).

Por otra parte, se encuentra el proyecto RAFODIUM (Cabero-Almenara et al., 2016; Cabero Almenara y Puentes Puente, 2020), consistente en un proyecto I+D+I en el que se

busca, entre otros aspectos, evaluar las posibilidades de software de RA en el contexto formativo universitario, diseñar contenidos de RA, conocer el grado de motivación y satisfacción de los estudiantes con esta tecnología, descubrir las posibilidades educativas de convertir al alumnado en productores de experiencias educativas con RA y crear una comunidad compuesta por profesores que comparten el interés de usar esta tecnología en las aulas. En este último proyecto se enmarcan varias investigaciones que tienen como finalidad analizar la utilidad del material diseñado con ella y el conocimiento que tiene el alumnado sobre esta tecnología; en las que participaron estudiantes de medicina, pedagogía, magisterio de infantil y primaria, y del doble grado de Trabajo Social y Educación Social y el grado de Educación Social. A raíz de estas investigaciones quedó demostrado que la utilización de objetos con RA en esta etapa educativa despierta un gran interés y motivación, y permite la construcción de competencias emergentes sobre la utilización de TIC, y favorece el trabajo en equipo y la inclusión del alumnado (Barroso Osuna y Cabero Almenara, 2016a; Barroso Osuna y Gallego Pérez, 2017; Barroso-Osuna et al., 2019; Blas Padilla et al., 2019; Cabero Almenara y Barroso Osuna, 2018; Cabero Almenara, Barroso Osuna y Obrador 2017; Cabero Almenara, Fernández Róbles y Marín Díaz, 2017; Cabero Almenara y Fernández Robles, 2018; Cabero Almenara y Llorente Cejudo, 2019; Cabero Almenara y Marín-Díaz, 2018; Fernández Robles, 2017, 2018; Garay Ruiz et al., 2017; Marín Díaz, 2017a; Marín-Díaz et al., 2018; Marín Díaz, López Pérez & Fernández Robles, 2020; Marín-Díaz y Sampredo-Requena, 2020; Martínez Pérez y Fernández Robles, 2018; Pérez et al., 2021; Shin & Gweon, 2020)

En definitiva, esta tecnología ofrece un gran nivel de interacción entre sus usuarios y su potencial para crear ambientes educativos enriquecidos y la posibilidad de trabajar en equipo abre la ventana hacia su uso en metodologías vinculadas al aprendizaje cooperativo que, como veremos a continuación, cumplen un rol importante a la hora de convertir al alumnado en protagonista de su proceso de enseñanza-aprendizaje.

3. El aprendizaje cooperativo en el contexto educativo

El aprendizaje cooperativo es una metodología basada en el agrupamiento del alumnado en pequeños grupos para trabajar conjuntamente con el objetivo de alcanzar una meta común, y en donde cada estudiante se hace responsable de su propio aprendizaje y del de los demás (Gavilán y Alario, 2010; Slavin, 1983).

Las investigaciones sobre la aplicación de esta metodología en la docencia tuvieron su origen en Estados Unidos, en concreto en dos líneas de la Psicología Social. Por un lado, se encuentran las ideas de John Dewey (1859-1952) que hablan de la importancia de la interacción y el desarrollo social; y por otro, los estudios de Kurt Lewin y sus discípulos, entre los que destacan Morton Deutsch, y que se centran en la dinámica de grupos (Gavilán y Alario, 2010).

Años más tarde, David W. Johnson, discípulo de Deutsch, junto con su hermano Roger T. Johnson investigaron durante más de 30 años sobre el aprendizaje cooperativo en el Cooperative Learning Center de la Universidad de Minnesota; y con sus colaboradores han formado a una gran cantidad de profesores de

otros países, posibilitando la creación de una red de centros interesados en el uso de esta metodología educativa (Johnson & Johnson, 1982).

Junto a esta corriente de investigadores destacan otros como DeVries y Edwards (1973), que diseñaron en la Universidad de Johns Hopkins una técnica de aprendizaje cooperativo denominada Teams-Games-Tournaments (TGT). En dicho lugar, Slavin (1977, 1978, 1980, 1983, 1985a, 1985b, 1995a, 1995b) realizó algunas modificaciones al TGT, creando una nueva técnica denominada Student Teams-Achievement Divisions (STAD) y, a su vez, Aronson et al. (1978) desarrolló la técnica cooperativa *Jigsaw* de la que se hará una descripción detallada.

En definitiva, desde 1897 se han realizado más de 650 estudios sobre los tipos de aprendizaje cooperativo, competitivo e individualista, ocasionando que algunos autores iniciaran procesos de revisiones de la literatura con el fin de unificar las conclusiones halladas sobre la utilidad de esta metodología de trabajo. Entre ellos, destacan los hermanos Johnson y sus colaboradores, que desarrollaron un metaanálisis sobre las investigaciones realizadas desde 1897 hasta 1990 (Gavilán y Alario, 2010).

3.1. Características que distinguen al aprendizaje cooperativo de las demás formas de trabajo dentro del aula

La forma de trabajar cooperativamente dentro de un grupo tiene una serie de particularidades que marcan la diferencia en cuanto al clásico trabajo grupal. A continuación, se exponen las características de los distintos grupos de trabajo para observar sus peculiaridades (Gavilán y Alario, 2010):

- *Grupos de pseudo-aprendizaje.* Estos grupos son formados con el objetivo de realizar un trabajo, pero el alumnado no percibe ventaja alguna de ello ni siente interés, generando pérdidas de tiempo y unos resultados de aprendizaje inferiores a la forma de trabajo individual.
- *Grupo tradicional.* Los componentes del grupo están de acuerdo en trabajar conjuntamente, pero no se responsabilizan del esfuerzo de los demás y su aprendizaje es evaluado individualmente, por lo que genera resultados similares al trabajo individual.
- *Grupo de trabajo cooperativo.* El principal objetivo de este grupo es que todos sus componentes logren los mejores resultados en el aprendizaje. Para ello, cada estudiante se responsabiliza de su aprendizaje y del de sus compañeros/as, por lo que necesitan aprender previamente ciertas habilidades sociales que les ayudarán a coordinarse durante el trabajo y a solventar las dificultades que surjan. Los resultados alcanzados con en este grupo son mayores que los que se conseguirían en la enseñanza tradicional.

Teniendo en cuenta las características de cada uno es posible afirmar que presentan ventajas con respecto a las demás modalidades de trabajo en el aula. No obstante, dado que en ocasiones se tiende a confundir el trabajo en grupo con el trabajo cooperativo, es necesario indicar los siguientes elementos que permiten detectar si se está trabajando de forma cooperativa (Johnson & Johnson, 1994):

a) *Interdependencia positiva.* El alumnado es consciente de que solo alcanzará el éxito si el resto de los miembros de su grupo también lo logran. Esto crea una responsabilidad moral de cada componente del grupo para cumplir con los demás (Deutsch, 1949), haciendo que cada individuo se esfuerce para que su rendimiento no afecte de forma negativa al grupo (Matsui et al., 1987), influyendo su nivel de implicación en el grado de aceptación y respeto hacia el resto.

Para generar esta situación es conveniente definir una tarea clara y concreta para el grupo a la vez que se asignan roles y una meta interdependiente, de tal forma que solo se alcance si todos cumplen con su función. Esta situación crea una interdependencia elevada que se hace débil conforme la participación de cada persona no sea tan necesaria para alcanzar la meta común (Kagan & Kagan, 2009).

b) *Interacción cara a cara.* Se caracteriza por los esfuerzos que cada componente del grupo hace para que sus compañeros/as alcancen la meta. Con el objetivo de promover este comportamiento el grupo debe tener suficiente tiempo para trabajar, alentar a todos los miembros para que contribuyan al trabajo, y hacerles ver que solo si se ayudan mutuamente podrán alcanzar el objetivo establecido.

c) *Responsabilidad individual y grupal.* Se genera cuando cada miembro debe contribuir al grupo, siendo su trabajo seguido por cada componente y por el docente (Kagan & Kagan, 2009). Esta responsabilidad individual es lograda si los resultados de cada uno se adecúan a un estándar esperado, mientras que la responsabilidad grupal se alcanzará cuando se evalúe con los resultados obtenidos por cada miembro, comparándolo con un

estándar establecido (Camilli, 2015). Para conseguir ambos niveles es recomendable formar grupos de tamaño reducido, realizar pruebas individuales y observar la partición de cada uno y su contribución al grupo.

d) *Aprendizaje de habilidades sociales*. Para que los grupos de trabajo funcionen de forma cooperativa es indispensable enseñar previamente al alumnado una serie de habilidades como conocer a cada miembro del grupo y fomentar el respeto, ser sinceros a la hora de hablar, aceptar y servir de apoyo a los demás, resolver los conflictos de forma constructiva y aportar al trabajo sin aprovecharse de los demás. Por ello, es importante llevar a cabo, previamente al uso de una técnica cooperativa, dinámicas de creación/cohesión de grupos y dinámicas de sensibilización sobre la importancia y beneficios de la cooperación (Iglesias Muñiz et al., 2017).

e) *Revisión del proceso del grupo*. Lo ideal es que cada cierto tiempo el grupo reflexione sobre su propio funcionamiento, para evaluar las cosas que están funcionando y deshacerse de las que no. El papel del docente también es importante ya que gracias a sus observaciones puede comentar a los grupos, al final de cada sesión, su opinión sobre cómo han trabajado para ayudarles a ver las cosas que han hecho bien o mal para tomar medidas de cara a mejorar el rendimiento grupal.

Como se puede observar, esta técnica aporta beneficios al aprendizaje del alumnado y hace que interactúe y sea protagonista de su proceso formativo. En el siguiente apartado, se exponen una serie de variables que explican la efectividad de este recurso para la docencia

3.2. Variables explicativas de la efectividad del aprendizaje cooperativo y su clasificación

El potencial de esta metodología puede deberse a una serie de variables que reflejan su efectividad y que se clasifican en tres tipos (Serrano y Calvo, 1994):

- a) *Variables de procesos cognitivos.* En estas variables se encuentran las estrategias de aprendizaje superiores que favorecen el pensamiento crítico y divergente al escuchar las ideas de los demás y enriquecerse con ellas; la aparición de controversias al aparecer conflictos entre los distintos puntos de vista entre los miembros de un grupo, que hace que se fomente el diálogo, y dado que se deben dar opiniones fundamentadas en la información encontrada, se darán situaciones de debate donde se reestructuran las ideas y se afianzan los conocimientos al enseñar a los demás; y la verbalización del pensamiento al compartir la información, que genera una mejora en las capacidades lingüísticas y en la retención a largo plazo.
- b) *Variables sociales.* Dentro de estas variables se encuentran el apoyo social y académico que cada estudiante da y recibe de sus compañeros/as de grupo, la mayor implicación personal durante el aprendizaje de la materia, el aumento de la motivación intrínseca y extrínseca debido a la interdependencia características de este tipo de dinámica, ya que cada miembro del grupo se ve comprometido con los demás al confiar entre ellos para alcanzar la meta establecida, haciendo que se incremente el esfuerzo ante las dificultades para ayudar a los

compañeros/as; y la presencia de apoyo psicológico dentro del grupo, que se ve potenciado en los grupos pequeños al favorecer el desarrollo de un trato más directo entre el alumnado en comparación con los grupos grandes (Johnson & Johnson, 1986).

- c) *Variables instruccionales*. Estas variables hacen referencia a las actitudes relacionadas con la asignatura y el proceso de instrucción que el alumnado desarrolla durante el trabajo cooperativo. Entre ellas destaca una mayor persistencia por realizar la tarea debido al beneficio mutuo que aporta, así como un aumento en la inversión en tiempo y esfuerzo; dando lugar a un mejor aprendizaje y a la igualdad de posibilidades de éxito gracias a que el trabajo cooperativo fomenta que, si todos trabajan, todos alcanzarán la meta establecida

La utilización de metodología cooperativas en el aula implica la formación de grupos de trabajo en los que todos los miembros tienen un objetivo común para alcanzar, y que solo lo lograrán si trabajan cooperativamente. Dentro de este agrupamiento se establecen tres tipos de grupos cooperativos que son los grupos informales, los grupos formales y los grupos de base (Domingo, 2008; Johnson et al., 1999; Johnson & Johnson, 1998, Johnson & Johnson, 2014):

- *Grupos informales*. Este tipo de grupos tiene una duración breve, que va de unos minutos a una sesión de clase, siendo su objetivo captar la atención del alumnado durante la explicación de una parte del tema a tratar en el aula. Permiten crear un clima positivo de aprendizaje y

una buena comprensión cognitiva del material por parte de los estudiantes.

- *Grupos formales.* A diferencia del grupo anterior estos poseen una duración más amplia, de una sesión a varias semanas, y pueden ser usados en cualquier actividad académica para que los estudiantes se involucren activamente durante el trabajo diario en clase, tanto para organizar el material como para explicarlo y aprenderlo. De cara a trabajar con este tipo de grupos se siguen los siguientes pasos:
 1. Dar instrucciones al alumnado definiendo los objetivos.
 2. Organizar los grupos y repartir del material didáctico con la posibilidad de asignar a cada alumno/a una tarea.
 3. Explicar la tarea y organizar el trabajo cooperativo focalizando la interdependencia y la exigibilidad individual y del grupo.
 4. El profesor/a va atendiendo a los grupos para observar el funcionamiento y ayudar cuando sea necesario.
 5. Evaluar la cantidad y calidad del aprendizaje de cada estudiante, proporcionando un período de tiempo para que cada grupo reflexione sobre el trabajo que está realizando de cara a mejorar su funcionamiento.

6. Para resolver dudas se promueve la ayuda mutua entre el alumnado de manera que se produzca interacción, y el docente puede acudir a ayudar como último recurso.
- *Grupos de base.* Su objetivo es que los discentes se apoyen mutuamente para progresar académicamente, con el requerimiento de que los grupos sean heterogéneos y que el compromiso sea de larga duración (un año aproximadamente).

Como se puede observar en los distintos grupos la labor del docente en este tipo de metodología se basa en establecer los objetivos de la actividad que se va a llevar a cabo en el aula, donde se incluyen los objetivos sociales para ayudar a controlar el funcionamiento y aprendizaje de los grupos, y en ser el guía y orientador del proceso de aprendizaje.

Por último, otro factor a tener en cuenta es el tamaño de los grupos de trabajo, existiendo diferencias entre los grupos reducidos y los amplios pues cuanto mayor sea el tamaño, mayor es la diversidad de aptitudes, destrezas y habilidades, y mayor la amplitud de puntos de vista que se pueden dar en el grupo, por lo que es necesario un mayor tiempo de trabajo. Por el contrario, cuanto más pequeño es el grupo, más fácil es evitar el efecto polizón basado en que un estudiante se beneficia de los demás al ocultarse entre el trabajo de sus compañeros/as (Johnson & Johnson, 2014).

3.3. Métodos cooperativos para trabajar en el aula

Los beneficios reportados por las metodologías de aprendizaje cooperativo dieron lugar al diseño de varias técnicas. Entre ellas cabe destacar el Trabajo en Equipo-Logro Individual (TELI), Torneos de Juegos por Equipos (TJE), Enseñanza Acelerada por Equipos (EAE), Lectura y Escritura Integrada Cooperativa (LEIC), Investigación Grupal, Aprender Juntos, Enseñanza Compleja y Métodos Estructurados en Parejas (Slavin, 1999):

Trabajo en Equipo-Logro Individual (TELI). Esta técnica se caracteriza por la creación de grupos de trabajo formados por cuatro miembros de diferente género y nivel de desempeño, y se valora, a su vez, que sean de diferentes grupos étnicos. Una vez formados los grupos, el docente plantea una actividad y los estudiantes en sus respectivos grupos trabajan hasta que todos hayan dominado el contenido abordado, ya que posteriormente serán evaluados de forma individual a través de una prueba. Con este método se pretende que el alumnado se ayude y motive mutuamente a la hora de adquirir las habilidades y conocimientos planteados por el educador, ya que los equipos pueden ganar recompensas si todos los integrantes se ayudan, y la calificación del grupo depende de si todos han superado su nivel de desempeño inicial.

Torneos de Juegos por Equipos (TJE). Esta técnica de trabajo se basa en la misma estructura que el método TELI con la diferencia de que, en lugar de realizar pruebas individuales al final, se llevan a cabo torneos semanales, en los que los integrantes de cada equipo participan en juegos diseñados con actividades académicas. La competición se realiza agrupando al alumnado

para competir en función de su nivel de desempeño académico, para que el nivel de competencia sea equilibrado. Para ello, los miembros de cada grupo se separan en diferentes mesas de juego, y compiten para ver quién gana (el ganador aporta 60 puntos al equipo). Previamente a la competición, los integrantes de cada equipo preparan a sus compañeros/as con ejercicios relacionados con las pruebas en las que van a competir, por lo que se ayudan mutuamente.

Enseñanza Acelerada por Equipos (EAE). Esta técnica, creada por Slavin et al. (1986), comparte una serie de similitudes con las dos técnicas anteriores, como el uso de equipos heterogéneos de cuatro miembros y la entrega de premios, pero a la vez combina el aprendizaje individual con el cooperativo. Es aplicada para enseñar matemáticas, y se basa en que los estudiantes realizan una prueba de nivel al inicio, para marcar una pauta de progreso que se ajusten a su ritmo. Por lo general, cada miembro del equipo trabaja con diferentes unidades, y comprueban el trabajo de los demás componentes del grupo haciendo uso de hojas de respuestas y se ayudan en la resolución de problemas. Así mismo, al final de cada unidad se realiza una prueba, y a la semana el docente otorga certificados u otro tipo de premios a cada grupo en función del número de unidades que dominan y en base a unos criterios preestablecidos.

En este tipo de metodologías, los estudiantes se animan unos a otros porque buscan que su equipo tenga éxito, a la vez que se ejerce responsabilidad individual, ya que solo cuenta la puntuación final, y todos tienen las mismas posibilidades de éxito, puesto que el aprendizaje se adapta al nivel de cada estudiante.

Lectura y Escritura Integrada Cooperativa (LEIC). Programa creado para la enseñanza de la lectura y escritura. En él los estudiantes forman grupos conformados por parejas de dos a más niveles de lectura, y trabajan en actividades como: leerse mutuamente, resumir historias para el compañero/as, intentar adivinar cómo acabará el relato, y practicar aspectos como la ortografía, la interpretación de información para extraer ideas principales y secundarias, etc. Para ello, se sigue una secuencia en la que el docente enseña, se produce una práctica en equipo, se evalúan los equipos y se completa un cuestionario final (los estudiantes determinan si sus compañeros/as están listos para hacerlo).

Investigación grupal. En este método de trabajo los estudiantes forman sus propios grupos de 2-6 miembros, en los que se eligen temas pertenecientes a la unidad didáctica que se esté estudiando en el grupo clase, para dividirlos en actividades individuales que desarrollarán para hacer informes grupales (Sharan & Sharan, 1992) que emplearán para exponer ante la clase lo que han encontrado.

Aprender juntos. Es un modelo de aprendizaje cooperativo creado por David y Roger Johnson (Johnson & Johnson, 1987; Johnson et al., 1991) que engloba varios métodos que se caracterizan por reunir a los estudiantes en grupos heterogéneos de 4-5 miembros para llevar a cabo una serie de actividades, y en los que cada grupo hace entrega de un único trabajo.

Enseñanza Compleja. Es un método de trabajo diseñado en la Universidad de Stanford en donde se hace uso métodos de aprendizaje cooperativo basados en el uso de proyectos orientados al descubrimiento. Se caracteriza por un gran respeto hacia las

habilidades de cada estudiante, y en estos proyectos se necesita una amplia gama de roles y habilidades, que el docente destaca para hacer ver que cada discente tiene una habilidad que contribuye al éxito del grupo (Cohen, 1986).

Métodos Estructurados en Parejas. La mayoría de los modelos cooperativos forman grupos de trabajo de 4 personas, pero en este método se forman parejas de estudiantes para trabajar. Dentro de este método se pueden encontrar, por ejemplo, la Tutoría por Parejas de Toda la Clase (Greenwood et al., 1989), en la que hay parejas que actúan como tutores, presentando problemas a su compañero/as y, si es correcta, ganan puntos; y, si no, los tutores proporcionan la respuesta y el resto trata de aprenderla mediante la repetición (el rol se va alternando); y la Tutoría Recíproca por Parejas (Fantuzzo et al., 1992), similar a la anterior, pero en vez de aportar la solución los tutores poseen una serie de recursos a emplear (actividades, problemas, etc.) en caso de que su pareja no responda bien a la cuestión planteada.

Además de los métodos señalados, existe otra técnica cooperativa denominada *Jigsaw* o rompecabezas de la que se habla en el siguiente apartado y que forma parte de la técnica que ha sido diseñada para esta tesis.

3.3.1. La técnica “Jigsaw” para trabajar cooperativamente en el aula

La técnica *Jigsaw*, también llamada rompecabezas original, fue diseñada por Aronson et al. (1978) con la finalidad de resolver una serie de problemas raciales que habían surgido en su aula a causa de la competitividad generada entre el alumnado. Entre sus características destaca por crear una elevada interdependencia

entre los componentes del grupo, ya que el trabajo realizado por cada estudiante es primordial para poder completar la tarea con éxito (Gavilán y Alario, 2010). Como toda técnica cooperativa cumple con las siguientes cualidades (Domingo, 2008):

- *Interdependencia positiva.* La división del tema en varias partes para ser repartido entre el alumnado ocasiona que ningún estudiante tenga toda la información, por lo que dependen los unos de los otros para completar la tarea con éxito.
- *Exigibilidad individual.* Cada discente debe responsabilizarse de su trabajo ya que tiene que explicar su parte a los compañeros/as y adquirir suficientes conocimientos para resolver la tarea encomendada.
- *Interacción cara a cara.* Dado que las actividades se realizan fundamentalmente en el aula pueden interactuar con los profesores.
- *Habilidades interpersonales y trabajo en grupo.* El alumnado emplea habilidades sociales para trabajar en grupo ya que debe explicar su parte a los demás, escucharlos y trabajar conjuntamente para realizar la tarea.
- *Reflexión sobre el trabajo realizado.* Como parte del proceso de autoevaluación se brinda a los estudiantes la posibilidad de reflexionar sobre lo aprendido, de analizar los aspectos positivos y negativos de la tarea que han llevado a cabo, y de diseñar mecanismo de mejora para el futuro.

A la hora de usarla en el aula, es recomendable seguir una serie de pasos establecidos que marcan su sello de identidad y que la hacen diferente al resto de técnicas cooperativas. Las fases a seguir son las siguientes (Aronson & Patnoe, 1997; Gavilán y Alario, 2010; Velázquez, 2012):

1. Formación de los grupos puzzle. El docente forma dentro del aula grupos heterogéneos compuestos por 3-6 estudiantes.
2. División del tema. El material está diseñado para poder ser dividido en partes independientes, de manera que cada estudiante del grupo tiene una parte distinta y depende de sus compañeros/as para completar la unidad.
3. Reparto del material. Cada miembro del grupo recibe un material didáctico, de la parte del tema que se le haya asignado, para que pueda trabajar y preparar el contenido de cara a explicárselo a sus compañeros/as; siendo el objetivo que se convierta en experto en la materia.
4. Formación de los grupos de expertos. Una vez repartido el material se forman los llamados grupos de expertos, en los que se reúnen estudiantes que tengan un mismo tema dentro de un grupo, para que compartan información y se ayuden para lograr un alto nivel de calidad en el dominio del contenido; elaborando a su vez un informe donde se recoge toda la información que han recabado.
5. Regreso al grupo puzzle. Una vez finalizado el trabajo en el grupo de expertos los estudiantes vuelven a su grupo

inicial para explicar a sus compañeros/as los contenidos aprendidos.

6. Evaluación individualizada a través de exámenes con toda la unidad. No existe una valoración grupal, pero el hecho de no haber interdependencia en la nota es paliado por la interdependencia a la hora de realizar la tarea.

Desde que la técnica fue diseñada por Aronson et al. (1978) han surgido nuevas variantes como se enuncian a continuación:

Jigsaw II (Slavin, 1999). La diferencia con el primer modelo es que todos los miembros del grupo reciben toda la información del tema, pero cada uno debe especializarse en una parte para convertirse en experto. Así mismo, en el grupo de expertos se hace una prueba individual para ver el rendimiento de cada estudiante. En esta variante el rendimiento del grupo es medido a partir del rendimiento individual de cada estudiante; en los grupos de expertos el trabajo realizado es premiado y se puede establecer una competición entre los grupos midiendo la puntuación global de cada uno.

Jigsaw III (Stahl, 1994). Específicamente diseñado para aumentar la interacción entre el alumnado de diferentes idiomas en clases bilingües. Recompensa a los estudiantes encargados de integrar a miembros de la clase de lengua extranjera e incorpora una fase de revisión del trabajo en el grupo de expertos.

Jigsaw IV (Holliday, 2000). Incorpora una fase de introducción donde se presenta el tema mediante una discusión con el grupo clase y se hace uso de técnicas como el *brainstorming*. A su vez, añade varias pruebas durante los procesos de búsqueda de

información en los grupos de expertos para comprobar si la información que va a transmitir cada estudiante en el grupo base es correcta; y en el grupo base, se hace una revisión de conocimientos antes de llevar a cabo la evaluación individualizada.

Reverse Jigsaw (Hedeen, 2003). En lugar de que el alumnado se guíe por las pautas establecidas por el docente, pretende que la búsqueda de información desarrolle la comprensión de las interpretaciones realizadas por los discentes sobre los tópicos seleccionados. Para ello, establece tres grandes fases: la primera, en donde se reúnen 3-5 estudiantes a los que se les proporciona un módulo diferente con preguntas para responder y discuten sobre su tema o las preguntas que se le han asignado, y resaltan entre todos los puntos importantes; una segunda fase en la que se forman los grupos de expertos para compartir las ideas que han comentado en el grupo base y elaborar un documento con los puntos en común y diferentes de cada uno, seleccionando a una persona encargada de dar el reporte en la siguiente fase; y una tercera y última fase, en la que todos los estudiantes se reúnen en el grupo clase para que los encargados de reportar la información de cada grupo de expertos compartan lo aprendido sobre el tema y el docente pueda hacer preguntas y aclaraciones sobre el contenido.

Subjects Jigsaw. Este modelo fue presentado por Doymus et al . (2010) a través del aprendizaje de los estados de la materia (sólido, líquido y gaseoso). A diferencia de las anteriores variantes, que comparten varias similitudes, en el *Subjects Jigsaw*, tanto el tema como los estudiantes están divididos. En su diseño siguió tres pasos: en el primero, se dividió al alumnado en varios grupos y asignó a cada grupo un estado de la materia, de tal forma que cada grupo investigó y estudió el tema asignado y los expuso al resto de

grupos; en el segundo paso mezcló a estudiantes de varios grupos, de tal forma que pudieran abordar temas como la fusión y solidificación (grupo formado por estudiantes del tema de sólido y el tema de líquido) y realizaron un trabajo de documentación y preparación del material; y en el tercer y último paso, todos los estudiantes se unieron en el grupo clase y expusieron lo aprendido.

Con todas estas variantes desarrolladas, se puede apreciar a lo largo de los años varias investigaciones realizadas con la técnica *Jigsaw* en diversas materias y niveles educativos. Por ejemplo, en la etapa de Educación Primaria ha sido empleada como elemento para facilitar la interdisciplinariedad entre las materias, para motivar el aprendizaje de las ciencias y desarrollar el pensamiento crítico, así como para la alfabetización computacional y como instrumento de inclusión para trabajar habilidades de cooperación (Sahertian et al., 2020; Sanahuja et al., 2020; Şengül & Katranci, 2014; Shehada et al., 2020; Simoni Rosas et al., 2013; Tarhan et al., 2013; Tekdal & Sönmez, 2018; Ural et al., 2017).

Así mismo, en Educación Secundaria se ha comprobado su eficacia a la hora de desarrollar la autoeficacia y autonomía, así como la escritura y comprensión lectora en asignaturas incluso de otros idiomas, y también para fomentar la cooperación, enriquecer el aprendizaje y la creatividad (Amrizal & Hamdani, 2017; Darnon et al., 2012; Dhull & Verma, 2019; Dwiniasih & Nugraha, 2019; Fatmawati, 2018; Halimah et al., 2019; Herman et al., 2020; Kolhekar et al., 2020; Lai et al., 2015; Namaziandost et al., 2020; Nurmalia & Syahrin, 2020; Oliveira et al., 2019; Rahmaniawati & Suparman, 2020; Salazar-jiménez et al., 2015; Siregar & Girsang, 2020; Tobaja Márquez et al., 2017; Tobaja Márquez y Gil Llinás, 2021; Yapici, 2016).

En lo que respecta a niveles educativos superiores, en el ámbito universitario se hallan estudios desarrollados en carreras vinculadas a la salud, al periodismo, a la arquitectura, a las ciencias y a la enseñanza; en las que se ha aplicado para la formación a distancia, la interdisciplinariedad y para estudiar sus efectos a la hora de promover las relaciones personales (Alfares, 2020; Baken et al., 2020; Blanco Sandía y Corchuelo Martínez-Azúa, 2014; Brzezicki, 2020; Chang & Benson, 2020; Dewitt & McLuskie, 2019; Dilma, 2020; Ghaith, 2018; Karacop & Diken, 2017; Lalit & Piplani, 2019; Luo et al., 2020; Maden, 2011; Mayorga Fernández y Madrid Vivar, 2012; Mondéjar et al., 2007; Morales-Sánchez y Pérez-Calero, 2018; Muela Molina, 2012; Navarro Hinojosa et al., 2006; Nolan et al., 2018; Nusrath et al., 2019; Sánchez Ambriz, 2014; Traver Martí y García López, 2006; Uppal & Uppal, 2020; Williams et al., 2018; Yapici, 2016; Yoshida, 2018).

En todos los estudios analizados se ha llegado a la conclusión de que posee una serie de beneficios en cuanto a su uso en los procesos de enseñanza-aprendizaje del alumnado.

Por un lado, se ha evidenciado su utilidad a la hora de mejorar las habilidades sociales de los estudiantes, debido a que durante las fases de trabajo descritas en la técnica el alumnado debe comunicarse con los compañeros/as para intercambiar información, generando una mayor implicación y participación debido, a su vez, a la interdependencia presente en esta técnica (Alfares, 2020; Blanco Sandía y Corchuelo Martínez-Azúa, 2014; Dilma, 2020; Dwiniasih & Nugraha, 2019; Mayorga Fernández y Madrid Vivar, 2012; Mondéjar et al., 2007; Muela Molina, 2012; Namaziandost et al., 2020; Nusrath et al., 2019; Sanahuja et al.,

2020; Tobaja Márquez et al., 2017; Williams et al., 2018). Durante este proceso, los estudiantes se ayudan para resolver las dudas de forma consensuada (Blanco Sandía y Corchuelo Martínez-Azúa, 2014; Chang & Benson, 2020; Ghaith, 2018; Lalit & Piplani, 2019; Maden, 2011; Mayorga Fernández y Madrid Vivar, 2012; Mondéjar et al., 2007; Namaziandost et al., 2020; Navarro Hinojosa et al., 2006; Rahmaniawati & Suparman, 2020), trabajando así las habilidades sociales basadas en la comunicación y el respeto hacia las opiniones de los demás, y adquiriendo autoconfianza; dando lugar a que los discentes cooperen para alcanzar un objetivo común y a que se creen climas de convivencia positivos (Blanco Sandía y Corchuelo Martínez-Azúa, 2014; Dhull & Verma, 2019; Dilma, 2020; Karacop & Diken, 2017; Mondéjar et al., 2007; Muela Molina, 2012; Simoni Rosas et al., 2013; Uppal & Uppal, 2020).

Por otra parte, los intercambios de información que se dan dentro de los grupos de trabajo fomentan el aprendizaje y comprensión de los contenidos, creando autonomía a la hora de buscar la información y promoviendo la organización y planificación para un funcionamiento armónico; con la consiguiente mejora del rendimiento y reducción del fracaso (Amrizal y Hamdani, 2017; Blanco Sandía y Corchuelo Martínez-Azúa, 2014; Dwiniasih y Nugraha, 2019; Halimah et al., 2019; Herman et al., 2020; Maden, 2011; Mondéjar et al., 2007; Morales-Sánchez y Pérez-Calero, 2018; Muela Molina, 2012; Murillo Zamorano, 2015; Navarro Hinojosa et al., 2006; Nusrath et al., 2019; Sánchez Ambriz, 2014; Sumiati et al., 2019; Tobaja Márquez et al., 2017; Traver Martí y García López, 2006; Ural et al., 2017; Yapici, 2016; Yoshida, 2018).

En definitiva, la técnica *Jigsaw*, al igual que sucede con los mapas mentales y la realidad aumentada, es un instrumento a tener en cuenta en cualquier etapa educativa, por lo que la combinación de los tres elementos desarrollados puede conducir a la creación de una técnica eficaz para los procesos de enseñanza-aprendizaje de los educandos.

CAPÍTULO III. DISEÑO METODOLÓGICO DE LA INVESTIGACIÓN

Los beneficios reportados en los diferentes estudios mostrados sobre el mapa mental, la realidad aumentada y la técnica *Jigsaw*, permiten avalar su utilidad en las diferentes etapas educativas. Este hecho, junto con la actual tendencia de un modelo educativo focalizado en la figura del estudiante como protagonista de su propio aprendizaje, el modelo educativo basado en competencias y la irrupción de la realidad aumentada como una de las tecnologías con mayor impacto en el ámbito educativo, han propiciado el desarrollo de esta tesis doctoral, con la finalidad de crear una técnica que aúne estos tres elementos para ponerla en práctica en la formación inicial docente, y proporcionar a los futuros educadores un instrumento que podrán aplicar en sus aulas.

1. Enfoque metodológico de la investigación

Para poder realizar este trabajo, se han llevado a cabo dos estudios siguiendo un enfoque deductivo, ya que se quería comprobar si los beneficios generales atribuidos a los elementos que componen la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzzle se cumplen en el contexto en el que se va a aplicar esta técnica; verificando, por tanto, si unos hechos generalizados se dan en una situación concreta (Hyde, 2000). Así mismo, estos estudios presentan una naturaleza cuantitativa, debido a que se recopilaron una serie de datos que fueron sometidos a análisis estadísticos, con la finalidad de dar validez a unas hipótesis (Hernández et al., 2010).

Entre las características del método de investigación cuantitativo, destaca la posibilidad de controlar los fenómenos observados, y los resultados pueden ser replicados y compararse con estudios semejantes. Los datos son recopilados de una realidad objetiva, iniciándose el proceso a partir de una idea o área a estudiar por el investigador, que le ayudan a establecer el planteamiento de un problema. Esto le permite encauzar una revisión de la literatura y el desarrollo del marco teórico sobre el tema de estudio, ofreciéndole una visión general de lo acontecido sobre ese tema hasta la fecha, que le permitirá establecer unas hipótesis y definir las variables de estudio a tener en cuenta (Otero Ortega, 2018).

Por último, se ha optado por un diseño de investigación por encuesta transversal, ya que únicamente se buscaba conocer la opinión del alumnado sobre la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzzle, justo después de su aplicación en el aula, realizándose por tanto la recogida de datos en un único momento. Este tipo de diseño se enmarca dentro de los de corte cuantitativo no experimentales, en el que se incluye también las encuestas longitudinales, caracterizadas por observar un fenómeno en varias ocasiones con la finalidad de analizar el objeto de estudio a lo largo de un período de tiempo establecido en el que se hacen varias mediciones con el mismo instrumento (Díaz de Rada, 2007).

Todo este diseño de investigación ha sido creado basándonos en los siguiente pasos (McMillan y Schumacher, 2005; Nieto y Recamán, 2010):

- *Fase 1: Elección del tema de estudio.* En esta fase se eligió el objeto de estudio de esta investigación, haciendo

para ello una breve aproximación al marco teórico para analizar lo investigado sobre el tema.

- *Fase 2. Revisión bibliográfica a fondo sobre el tema elegido.* Se llevo a cabo una revisión profunda sobre lo publicado hasta el momento para diseñar la investigación.
- *Fase 3. Formulación de los objetivos e hipótesis de la investigación.* A partir de la literatura revisada, surgió el objetivo general de los dos estudios que componen este trabajo, así como los objetivos específicos e hipótesis.
- *Fase 4. Selección del diseño y la metodología a emplear.* En esta fase se eligió el enfoque metodológico a seguir para alcanzar los objetivos establecidos y confirmar o desmentir las hipótesis de partida. En concreto, se tomó la decisión de llevar a cabo dos estudios de enfoque cuantitativo por encuesta.
- *Fase 5. Selección de la muestra.* Una vez determinado el diseño metodológico a emplear, se eligió la población y se concretó la muestra participante en ambos estudios diseñados para este trabajo, siguiendo para ello un muestreo intencionado.
- *Fase 6. Diseño y validación de los instrumentos de recogida de datos.* En esta fase se procedió a la construcción de los dos instrumentos que iban a ser empleados para recopilar la información. Dado que la técnica a analizar era nueva, se diseñaron dos cuestionarios a partir de una serie de instrumentos ya validados. Todo este proceso se describe en profundidad en los siguientes epígrafes del trabajo.

- *Fase 7. Aplicación del instrumento y tratamiento de datos.* Una vez realizada la experiencia de la dinámica, con el alumnado seleccionado para la muestra, cumplieron ambos cuestionarios, y los datos recogidos fueron almacenados en bases de datos para poder someterlos a una serie de análisis descritos en el apartado de análisis de cada estudio, con los que se obtuvieron los resultados.
- *Fase 8. Obtención de los resultados.* En este punto se expusieron los resultados alcanzados en ambos estudios, atendiendo a las hipótesis planteadas.
- *Fase 9: Interpretación de los resultados y conclusiones.* Después de presentar los resultados, se discutieron confrontándolos con investigaciones previas halladas en la literatura revisada y se establecieron las conclusiones del trabajo de investigación llevado a cabo.

En el siguiente apartado, se muestran los objetivos generales y específicos establecidos para cada uno de los estudios que componen esta tesis doctoral.

2. Objetivos generales y objetivos específicos

Los objetivos generales y específicos para los dos estudios que componen esta investigación y que han guiado su diseño han sido los siguientes:

1. Estudiar la valoración que los estudiantes participantes en el estudio le dieron a la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzle.

- 1.1. Validar el *Cuestionario MMAP*, para aportar un instrumento fiable que permita evaluar la técnica diseñada.
 - 1.2. Describir las opiniones del alumnado con respecto a las dimensiones “Valoración general de la dinámica”, “Vertiente cooperativa de la técnica”, y “Combinación del mapa mental con la realidad aumentada”.
 - 1.3. Realizar una comparativa de medias entre las variables independientes sexo, edad, titulación y uso de dispositivos electrónico (ordenador, tableta digital, smartphone y consola de videojuegos) y las dimensiones anteriormente enunciadas.
 - 1.4. Comprobar la existencia o no de correlaciones entre las dimensiones.
 - 1.5. Investigar la medida en que las dimensiones vertiente cooperativa y combinación del mapa mental con la realidad aumentada influyen sobre la dimensión valoración general de la dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzzle.
2. Conocer las expectativas que tienen los futuros docentes, participantes en esta investigación, sobre la utilidad de la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzzle dentro de la docencia.
 - 2.1. Validar el *Cuestionario sobre expectativas MMAP*, para aportar un instrumento fiable que permita evaluar las expectativas que esta técnica genera en futuros docentes de cara a su uso como educadores.

- 2.2. Exponer las opiniones de los futuros docentes participantes acerca de la contribución de la técnica al desarrollo de las capacidades personales, las capacidades interpersonales y las capacidades centradas en el aprendizaje.
- 2.3. Realizar una comparativa de medias entre cada una de las variables independientes y las dimensiones del cuestionario.
- 2.4. Comprobar la existencia o no de correlaciones entre las dimensiones: desarrollo de las capacidades personales, desarrollo de las capacidades interpersonales y desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje.
- 2.5. Estudiar cómo influyen las variables dependientes “desarrollo de las capacidades personales” y “desarrollo de las capacidades interpersonales” sobre la variable “desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje”.

A partir de estos objetivos se derivan una serie de hipótesis conectadas a cada uno de los estudios desarrollados.

3. Hipótesis de la investigación

En relación al primer estudio se han fijado las siguientes hipótesis:

1. El *Cuestionario MMAP* será un instrumento con una buena estructura y consistencia interna.

2. El alumnado hará una valoración positiva de la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzle en las dimensiones valoración general de la dinámica, vertiente cooperativa de la técnica y combinación del mapa mental con la realidad aumentada.
3. Las variables independientes relacionadas con el sexo, la edad, la titulación, y el uso de dispositivos electrónicos (ordenador, tableta digital, smartphone y consola de videojuegos) no influirán a la hora de evaluar cada una de las dimensiones tenidas en cuenta en la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzle.
4. Las tres dimensiones evaluadas en la técnica presentarán una correlación elevada entre ellas.
5. La vertiente cooperativa de la técnica y el hecho de combinar el mapa mental con la realidad aumentada repercuten a la hora de valorar de forma general la dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle.

En lo que respecta al segundo estudio, se han vinculado las siguientes hipótesis:

1. El *Cuestionario sobre expectativas MMAP* será un instrumento con una buena estructura y consistencia interna.
2. Los estudiantes poseen expectativas positivas en cuanto a las posibilidades de la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzle a la hora de desarrollar las capacidades personales e interpersonales, y las

capacidades centradas en el aprendizaje de sus futuros estudiantes.

3. Aspectos vinculados al sexo, la edad, la titulación y el uso de dispositivos electrónicos (ordenador, smartphone, tableta digital y consola de videojuegos) no influirán a la hora de valorar esta técnica.
4. Existirá una correlación entre el desarrollo de las capacidades personales, las capacidades interpersonales y las capacidades centradas en el aprendizaje.
5. El desarrollo de las capacidades personales e interpersonales explicará la influencia de esta técnica en el desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje.

4. Muestra

La muestra seleccionada en ambos estudios desarrollados al unísono procede de los estudiantes a los que el autor de esta tesis impartió clase durante el curso académico 2017-2018; atendiendo así a un muestreo no probabilístico o de conveniencia, ya que facilitaba el acceso a la hora de aplicar la técnica desarrollada y recopilar información (Otzen y Manterola, 2017). El número total de participantes fue de 388 estudiantes, siendo un 78.1% mujeres y 21.9% hombres, con la siguientes distribución: 173 pertenecientes al Grado de Educación Infantil (44.6%), 165 del Grado de Educación Primaria (42.5%) y 50 del Máster Universitario en Educación Inclusiva (12.9%).

Con respecto a los rangos de edad, se visualiza a continuación el reparto hallado (Tabla 3):

Tabla 3*Distribución entre el Sexo y la Edad*

Edad	Mujeres	Hombres	Total
18 años	100%	0%	0.5%
19 años	74.4%	25.6%	30.1%
20 años	75.5%	24.5%	13.7%
21 años	60%	40%	10.3%
22 años	84.8%	15.2%	11.9%
23 años	90.7%	9.3%	11.1%
24 años	80.8%	19.2%	6.7%
25 años	91.3%	8.7%	5.9%
26 años	87.5%	12.5%	2.1%
Más de 26 años	76.7%	23.3%	7.7%
			100%

5. Instrumentos

Con el objetivo de recopilar información sobre la experiencia del alumnado con la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzzle, que aportase datos suficientes como para alcanzar ambos objetivos generales de esta tesis, se diseñaron dos instrumentos.

El primero de ellos denominado *Cuestionario MMAP* fue creado *ad hoc*, y está compuesto por preguntas cerradas y politemático, y estructurado en una escala Likert 1-5 (1=totalmente en desacuerdo, 2=parcialmente en desacuerdo, 3=indiferente, 4=parcialmente de acuerdo, 5=totalmente de acuerdo) organizada en tres dimensiones detalladas a continuación:

- Valoración general de la dinámica del mapa mental aumentado en puzzle: esta dimensión aborda elementos relacionados con el aprendizaje como la capacidad de esta técnica para fomentar la comprensión, el recuerdo, la

organización y la asimilación de información; así como su potencial para facilitar la preparación de exámenes. En total incluye 5 ítems.

- Vertiente cooperativa del mapa mental aumentado en puzzle: que engloba en los 5 ítems que la componen aspectos vinculados a la importancia de trabajar de forma cooperativa, el clima de convivencia que genera, su influencia en las relaciones personales y la autoconfianza para compartir información.
- Combinación del mapa mental con la realidad aumentada: dimensión diseñada para recopilar información sobre la utilidad de unir estos dos elementos tanto para mejorar el aprendizaje que proporciona el mapa mental como para las posibilidades que ofrece la realidad aumentada para enriquecerlo. Consta de 6 ítems.

Junto a estas dimensiones también se incorporan una serie de variables relacionadas con el sexo, la edad, y el uso de dispositivos electrónicos (ordenador, smartphone, tableta digital y consola de videojuegos); para ver si influyen a la hora de valorar cada uno de los factores medidos.

Par su diseño, se tuvieron en cuenta tres instrumentos ya validados. En la siguiente tabla se muestran los ítems escogidos de cada instrumento y su equivalencia en el instrumento construido (Tabla 4):

Tabla 4*Selección de Ítems de Instrumentos Validados para el Diseño del Cuestionario MMAP*

Cuestionario	Ítems	Ítems del Cuestionario MMAP
Muñoz González, Serrano Rodríguez y Marín Díaz (2014)	Ítem 2. Se desarrolla la seguridad en uno mismo en el momento de compartir una idea.	10. Ayuda a aumentar la seguridad en uno mismo en el momento de compartir una idea.
	Ítem 3. Se facilita la comprensión de los temas trabajados.	1. Facilita la comprensión de información.
	Ítem 9. Se favorece el clima del trabajo en grupo.	7. Genera un clima de convivencia positivo en el aula.
	Ítem 11. Se mejoran las relaciones personales en el grupo	9. Mejora las relaciones personales en el grupo.
García Cabrera et al. (2012)	Ítem 3. Una forma de comprender mejor los conocimientos.	1. Facilita la comprensión de información.
	Ítem 5. Una manera de facilitar la preparación de los exámenes.	4. Facilita la preparación de exámenes.
	Ítem 6. Exponer y defender mis ideas y conocimientos ante otras personas.	10. Ayuda a aumentar la seguridad en uno mismo en el momento de compartir una idea.
	Ítem 9. Comprender la importancia del trabajo coordinado en mi futuro profesional como docente	6. Muestra la importancia de trabajar de forma cooperativa en mi futuro profesional.
Marín (2016)	Ítem 3. La realidad aumentada potencia la creatividad.	14. Le otorga mayor margen de personalización al Mapa Mental.
	Ítem 5. La realidad aumentada permite el trabajo cooperativo.	8. Fomenta el trabajo cooperativo.
	Ítem 7. La realidad aumentada facilita el aprendizaje real de los contenidos.	11. Facilita la adquisición de contenidos.
	Ítem 16. La realidad aumentada facilita la comprensión de contenidos curriculares.	1. Facilita la comprensión de información.

Ítem 24. Aprender a utilizar la realidad aumentada conlleva mucho tiempo. 15. El tiempo empleado en su uso es el adecuado

El resto de los ítems que lo componen fueron diseñados en base a los objetivos y las ventajas proporcionadas por los elementos que componen esta técnica, que fueron mencionadas en el marco teórico de este trabajo.

En lo que respecta al segundo instrumento diseñado denominado *Cuestionario sobre expectativas MMAP*, fue creado *ad hoc* y se compone de preguntas cerradas y politémicas; estructurado en una escala Likert 1-5 (1=totalmente en desacuerdo, 2=parcialmente en desacuerdo, 3=indiferente, 4=parcialmente de acuerdo, 5=totalmente de acuerdo) organizada en tres dimensiones:

- Desarrollo de las capacidades personales. Dimensión compuesta por 3 ítems que engloban la motivación, el aprendizaje autónomo, la imaginación y la creatividad.
- Desarrollo de las capacidades interpersonales. Incorpora 6 ítems que recopilan información sobre la cooperación y participación, la capacidad para dialogar y para argumentar y desarrollar debates, la confianza a la hora de compartir ideas y el clima de convivencia producido.
- Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje. Se compone de 4 ítems vinculados al aprendizaje como la capacidad para comprender, asimilar, recordar y organizar la información.

Además de estas dimensiones, incluye una serie de variables independiente relacionadas con el sexo, la edad, la titulación y el

uso de dispositivos electrónicos (ordenador, smartphone, tableta digital y consola de videojuegos), para analizar su influencia en las dimensiones anteriores.

En lo referente a su proceso de creación, fue totalmente diseñado a partir de los beneficios reportador por los elementos que componen la técnica y tomando de base las ideas abordadas en el primer estudio, por lo que no se basa en otros instrumentos ya validados, como en el caso anterior.

6. Procedimiento de recogida de datos

Para poder recopilar información con los instrumentos anteriormente descritos, se aplicó la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzzle al alumnado matriculado en la asignatura “Educación mediática y aplicaciones educativas de las TIC” de 2º Grado de Educación Infantil, a los estudiantes de la asignatura “Educación mediática y dimensiones educativas de las TIC” de 2º Grado de Educación Primaria, así como en la asignatura de “TIC para la educación inclusiva” del Máster Universitario en Educación Inclusiva de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Córdoba durante el curso académico 2017-2018.

El periodo de duración empleado para que el alumnado aprendiera y experimentase con esta técnica abarcó un total de 7 sesiones de clase en los Grados de Educación Primaria y en los Grados de Educación Infantil, distribuidas entre clase teóricas y prácticas, y en las que se siguió la siguiente estructura de trabajo:

1. Presentación de la asignatura para explicar el contenido que se iba a trabajar y los procesos de evaluación.

2. Introducción de la técnica del Mapa Mental. A través de una presentación se expusieron en clase las características de este organizador gráfico y su proceso de diseño, para que el alumnado elaborara su propio mapa mental de un texto sencillo que les fue entregado, y cuyo contenido trataba sobre los medios de transporte.
3. Explicación del programa MindManager para el diseño de mapas mentales a través del ordenador. Una vez explicado su funcionamiento los estudiantes trasladaron el mapa mental creado en la fase anterior a formato digital, empleando esta herramienta.
4. Presentación de la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzle. Se realizó una introducción de la técnica al alumnado para que visualizaran la dinámica de trabajo que se iba a emplear en el aula. Durante las sesiones de clase se siguió la siguiente estructura:
 - Selección y división del tema a trabajar por el alumnado en varias partes. Se seleccionó como tema a trabajar en el aula “Las TIC en educación”, y se dividió en 4 subtemas: Competencias docentes digitales, Gamificación, Quiver (Realidad Aumentada) y Evaluación mediante TIC.
 - Formación de los grupos base de trabajo. Dentro del aula se formaron grupos de trabajo cooperativo compuestos por cuatro miembros, para que a cada componente del grupo se le pudiera asignar una parte distinta del tema, y se les proporcionó el material, por medio de la plataforma Moodle, que debían

utilizar para elaborar un mapa mental a mano de dicha parte.

- Formación del grupo de Expertos. Una vez que los discentes terminaron de realizar el mapa mental a mano, se formaron grupos de expertos en los que se reunió a estudiantes con la misma parte del tema. La finalidad de estos grupos fue que compartieran la información entre ellos empleando el mapa mental que habían diseñado, y entre todos elaboraron un resumen que contuviera la información más importante. Así mismo, y una vez que se evaluó la información contenida en los resúmenes, reelaboraron su mapa mental a mano para incluir la información compartida por los compañeros/as.

- Reunión del grupo base. Finalizado el trabajo en el grupo de expertos, cada estudiante regresó a su grupo base de trabajo para explicar a sus compañeros/as de grupo su parte de la temática, y elaborar entre todos un mapa mental en el que incorporaron la información de cada uno de los miembros del grupo, bajo la premisa de que el alumno/a experto en cada subtema solo podía orientar al resto de miembros del grupo a la hora de crear el mapa mental. A su vez, se introdujeron elementos de realidad aumentada por medio de la herramienta Augment, que fue explicada previamente al trabajo en grupo junto con las características de esta tecnología. Dicho mapa mental aumentado también fue realizado de forma individual una vez finalizado el trabajo grupal.

Por último, hay que destacar que los estudiantes de máster experimentaron esta técnica en dos sesiones de clase, cuyo número de horas se equiparó al total de horas impartidas en las 7 sesiones de clase empleadas con los alumnos/as de los grados de educación infantil y primaria; y una vez finalizada la dinámica cumplieron de forma online tanto el *Cuestionario MMAP* como el *Cuestionario sobre expectativas MMAP*.

CAPÍTULO IV. ESTUDIO I

En este capítulo se incluye el apartado de análisis de datos del primer estudio, en el que se describen los análisis llevados a cabo para el proceso de validación del *Cuestionario MMAP*, y una serie de análisis con los datos recopilados a través de este instrumento para obtener información sobre las valoraciones de los discentes en cuanto a la utilidad de esta técnica en su proceso formativo. A su vez, incluye un apartado referente a los resultados alcanzados.

1. Análisis de datos

Una vez que el alumnado cumplimentó el *Cuestionario MMAP* anteriormente descrito a través del software *Google forms*, se llevaron a cabo los siguientes análisis con la finalidad de dar respuesta a las hipótesis planteadas en el primer estudio de la investigación.

En primer lugar, se procedió a analizar la validez del instrumento. Para ello se seleccionó una muestra de 192 de los 388 participantes totales y se realizó un estudio de la normalidad de la muestra mediante la prueba Kolmogórov-Smirnov, en la que se obtuvo un valor de $p < .05$, por lo que se procedió a su normalización (García, González y Jornet, 2010) mediante la eliminación de los outliers empleando la prueba de Mahalanobis (AMOS 23), reduciendo el tamaño muestral a 173 participantes, de los cuales 129 eran mujeres y 44 hombres con una media de edad de 3.66 y una desviación típica de 2.55.

Normalizada la muestra, se llevó a cabo el análisis factorial exploratorio (AFE) empleando matrices de correlación de Pearson,

al cumplirse el principio de normalidad y presentar las variables cinco opciones de respuesta (Flora et al., 2012); junto con el procedimiento para determinar la cantidad de factores “Implementación óptima del análisis paralelo” (PA) (Timmerman & Lorenzo-Seva, 2011), y el método para la extracción de factores comunes “Máxima verosimilitud robusto” (RML) con rotación “Oblimin Ponderado” (Lorenzo-Seva, 2000). Por último, se comprobó su consistencia interna mediante el Alpha de Cronbach utilizando los programas estadísticos SPSS 23 y Factor Analysis (10.8.04).

Con los datos obtenidos del AFE se efectuó un análisis factorial confirmatorio (AFC) con la muestra total de la investigación. Al igual que en el caso anterior fue necesario realizar un proceso de normalización muestral mediante la eliminación de los outliers por medio del test de Mahalanobis (AMOS 23), que produjo una reducción de 388 a 348 participantes, 272 mujeres y 76 hombres con una media de edad de 4.55 y una desviación típica de 2.53.

A continuación, se recurrió a modelos de ecuaciones estructurales empleando el mismo software, ajustando el modelo mediante los siguientes estadísticos: la prueba χ^2 /grados de libertad (Schumacker & Lomax, 2004), el índice de bondad de ajuste comparativo (CFI), el índice de ajuste incremental (IFI), el índice de ajuste normado (NFI), el índice de Tucker-Lewis (TLI) (Byrne, 1994, 2001; Hu & Bentler, 1999), la raíz del residuo cuadrático promedio de aproximación (RMSEA) (Hu & Bentler, 1998) y el índice de validación cruzada esperada (ECVI).

Posteriormente, se comprobó su validez y fiabilidad con ayuda del citado software, mediante los índices de Fiabilidad

Compuesta (CR), Varianza Promedio Extraída (AVE), Varianza Máxima Compartida al Cuadrado (MSV) y Coeficiente de fiabilidad H (MaxR (H)); que permitieron confirmar su fiabilidad y la validez convergente y discriminante. Así mismo, se analizó su consistencia interna mediante el coeficiente Alpha de Cronbach, tanto a nivel general como en cada una de las dimensiones del instrumento.

Po último, en lo que respecta al estudio de las respuestas dadas por el alumnado a las cuestiones planteadas en el instrumento, se llevaron a cabo los siguientes análisis:

- Análisis descriptivo de las 16 variables que componen el instrumento a través de medidas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación típica).
- Análisis descriptivo de los tres factores del cuestionario.
- Análisis de varianza para ver si existe o no influencia de la variables independientes (sexo, edad, titulación y uso de dispositivos electrónicos) a la hora de evaluar cada una de las dimensiones del cuestionario, mediante la T-Student y ANOVAs usando el programa SPSS 23.
- Estudio correlacional entre cada uno de los factores del cuestionario por medio de correlaciones bivariadas.
- Uso de regresiones lineales para determinar si la dimensión 2 “Vertiente cooperativa del mapa mental aumentado en puzle” y la dimensión 3 “Combinación del mapa mental con la Realidad Aumentada” son predictivas de la dimensión 1 “Valoración general de la dinámica”.

2. Resultados

Los análisis desarrollados han arrojado los siguientes resultados que se encuentran divididos en dos puntos, la validación del instrumento y las respuestas del alumnado al cuestionario.

2.1. Validación del Cuestionario MMAP

Para el proceso de validación del instrumento se llevaron a cabo dos estudios, uno de carácter exploratorio y otro confirmatorio que permitieron su validación.

El análisis factorial exploratorio (AFE) facilitó realizar una comparación entre la estructura latente del instrumento con la estructura teórica inicialmente planteada en su versión original, de tal forma que permitió su validación y mejora en función de los datos aportados por el análisis. En cuanto a esto, se comprobaron los criterios sobre su viabilidad en los que se obtuvo una matriz de correlaciones de .00; KMO=.94; prueba de esfericidad de Bartlett con significatividad de .00 y raíz del residuo cuadrático promedio RMSR = .03.

Ante los datos obtenidos se llevó a cabo el AFE del cuestionario original (16 ítems y 3 dimensiones), estableciendo en 3 el número de factores a extraer, que indicó que los factores obtenidos explican un 66.44% de la varianza y que las communalidades oscilan entre el .47 en el ítem 15 y .75 en el ítem 1. A continuación se puede observar (Tabla 5) el peso factorial de cada uno de los ítems, en los que se aprecia que todos presentan cargas superiores a .3 y que se distribuyen correctamente dentro de cada una de las dimensiones asignadas.

Tabla 5*Matriz de Factores Rotados*

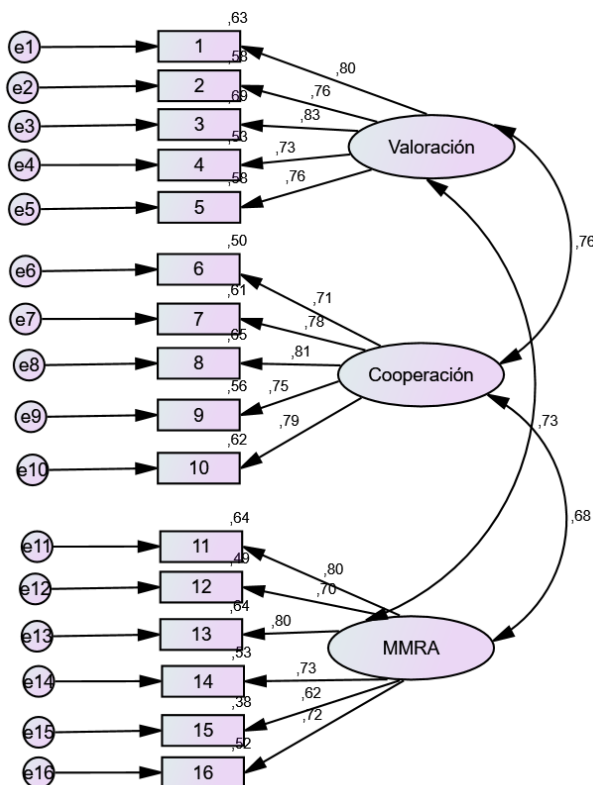
Variable	F 1	F 2	F 3
V 1	.75		
V 2	.72		
V 3	.54		
V 4	.77		
V 5	.74		
V 6		.80	
V 7		.72	
V 8		.76	
V 9		.66	
V 10		.45	
V 11			.66
V 12			.78
V 13			.75
V 14			.57
V 15			.67
V 16			.59

Así mismo, se comprobó su consistencia interna a través del coeficiente Alfa de Cronbach (Merino-Soto, 2016), arrojando una fiabilidad alta tanto a nivel general ($\alpha = .93$), como en cada uno de los factores extraídos ($\alpha = .88$ en el factor 1; $\alpha = .89$ en el factor 2 y $\alpha = .86$ en el factor 3).

Obtenida la estructura del instrumento, se procedió a la realización del AFC para contrastar este modelo, empleando para ello el método de estimación de Máxima Verosimilitud, con el que se obtuvieron los siguientes resultados (Figura 1):

Figura 1

Modelo de 3 factores (AFC)



En cuanto a las pruebas tenidas en cuenta para valorar la bondad del ajuste del modelo, se consideraron la prueba χ^2 /grados

de libertad, el índice de bondad de ajuste comparativo (CFI), el índice de ajuste incremental (IFI) y el índice de ajuste normado (NFI), el índice de Tucker-Lewis (TLI), la raíz del residuo cuadrático promedio de aproximación (RMSEA) y el índice de validación cruzada esperada (ECVI), mostrando los siguientes valores: $X^2=141.44$; $df=88$; $p=.00$; $X^2/df=1.61$; $CFI=.98$; $IFI=.98$; $NFI=.96$; $TLI=.98$; $RMSEA=.04$; y $ECVI=.79$.

A raíz de los datos obtenidos, se aprecia que los valores son adecuados en cuanto que χ^2 presenta una probabilidad de .00, con valores inferiores a .06 en RMSEA y superiores a .95 en CFI, IFI, NFI e NNFI (Byrne, 2005; Arias, 2008), por lo que el modelo de factores propuesto queda confirmado, garantizando así su validez.

En lo que respecta a sus coeficientes de validez y fiabilidad pertenecientes al análisis de cargas de regresión estandarizados y las correlaciones obtenidas con AMOS 23, en la siguiente tabla (Tabla 6) se pueden observar unos valores adecuados, si se tienen en cuenta la cantidad de ítems que componen cada factor, Fiabilidad: $CR > .7$; Validez Convergente: $CR > AVE$, $AVE > .5$; Validez Discriminante: $MSV < AVE$ y $MaxR(H) \geq .70$

Tabla 6

Coefficientes de Validez y Fiabilidad del Modelo de 3 Factores

	CR	AVE	MSV	MaxR(H)	Valoración	MMRA	Cooperación
Valoración	.88	.60	.58	.89	.78		
MMRA	.87	.53	.53	.94	.73	.73	
Cooperación	.88	.59	.58	.96	.76	.68	.77

Por último, se ha comprobado la consistencia interna del instrumento de manera general y en cada una de sus dimensiones

mediante el coeficiente Alfa de Cronbach (Tabla 7), con el que se ha obtenido un coeficiente superior a .8, considerado muy alto (Thorndike, 1997); por lo que se puede confirmar que tanto a nivel general como en cada una de sus dimensiones el instrumento posee una consistencia interna elevada.

Tabla 7

Consistencia Interna del Instrumento

Dimensión	Fiabilidad
Factor 1. Valoración general de la dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzzle.	$\alpha = .89$ ($n=5$)
Factor 2. Vertiente cooperativa del Mapa Mental Aumentado en Puzzle.	$\alpha = .86$ ($n=5$)
Factor 3. Combinación del Mapa Mental con la realidad aumentada	$\alpha = .86$ ($n=6$)
Total	$\alpha = .93$ ($n=16$)

2.2. Resultados obtenidos de las respuestas dadas por el alumnado al Cuestionario MMAP

A raíz de los análisis desarrollados para este trabajo, se han alcanzado los siguientes resultados que se exponen a continuación, y que comienzan con la exposición de los análisis descriptivos (media y desviación típica) de los 16 ítems que componen el *Cuestionario MMAP* empleado en el estudio (Tabla 8).

Tabla 8

Distribución de Frecuencias de los Ítems del Cuestionario MMAP

Factor	Ítems	M	DT
---------------	--------------	----------	-----------

Factor 1. Valoración general de la dinámica del mapa mental aumentado en puzle	1.	Facilita la comprensión de la información.	4.23	.75
	2.	Mejora la capacidad para organizar información.	4.33	.73
	3.	Ayuda a aprender con más facilidad nuevos contenidos.	4.17	.77
	4.	Facilita la preparación de exámenes.	4.10	.86
	5.	Ayuda a recordar los conocimientos adquiridos.	4.30	.70
Factor 2. Vertiente cooperativa del mapa mental aumentado en puzle	6.	Muestra la importancia de trabajar de forma cooperativa en mi futuro profesional.	4.11	.83
	7.	Genera un clima de convivencia positivo en el aula.	4.13	.78
	8.	Fomenta el trabajo cooperativo.	4.35	.73
	9.	Mejora las relaciones personales en el grupo.	4.05	.80
	10.	Ayuda a aumentar la seguridad en uno mismo en el momento de compartir una idea.	4.02	.74
Factor 3. Combinación del mapa mental con la realidad aumentada	11.	Facilita la adquisición de los contenidos.	3.96	.76
	12.	Permite incluir más información en el mapa Mental.	4.00	.85
	13.	Ayuda a recordar mejor el contenido plasmado en el mapa Mental.	4.17	.78

14.	Le otorga mayor margen de personalización al mapa Mental.	4.19	.71
15.	El tiempo empleado en su uso es el adecuado.	3.61	.94
16.	Proporciona ventajas en su uso con respecto a los mapas mentales clásicos.	4.16	.78

A continuación, se han estructurado los resultados en función de los objetivos establecidos.

2.2.1. Valoración realizada por el alumnado sobre las dimensiones que componen el Cuestionario MMAP

Los análisis descriptivos realizados a cada una de las dimensiones del constructo arrojaron los siguientes datos (Tabla 9):

Tabla 9

Estadísticos Descriptivos por Dimensiones

	Valoración general de la dinámica del mapa mental aumentado en puzle	Vertiente cooperativa del mapa mental aumentado en puzle	Combinación del mapa mental con la realidad aumentada
Media	4.22	4.20	4.01
Mediana	4.20	4.13	4
Desviación estándar	.63	.62	.62
Mínimo	1	1.8	1
Máximo	5	5	5

Como se puede observar en la dimensión “Valoración general de la dinámica del mapa mental aumentado en puzle”, compuesta por 5 ítems que abordan aspectos vinculados a la capacidad de la técnica para fomentar la comprensión, el recuerdo, la organización, la asimilación de información y potenciar la preparación de exámenes; los análisis indicaron una media de 4.22 y una mediana de 4.2, por lo que los estudiantes se mostraron parcialmente de acuerdo con la capacidad de esta técnica para enriquecer estos elementos. En concreto la opción 4 de respuestas es la que presenta un mayor porcentaje 45.32%, acumulando entre la opción 4 y 5 un 85.34%, y con un mínimo en las opciones de respuesta de 1, en donde solo una persona se posicionó totalmente en contra.

En lo referente a la dimensión “Vertiente cooperativa del mapa mental aumentado en puzle”, que engloba 5 ítems referentes a la importancia del trabajo cooperativo, el clima de convivencia generado por la técnica y su influencia en la relaciones personales y la autoconfianza; los datos obtenidos reflejan una media de 4.20 y una mediana de 4.13, por lo que el alumnado estuvo parcialmente de acuerdo. Al igual que sucedió en el caso anterior, la opción 4 de respuestas presenta el mayor porcentaje 44.84%, con una acumulación de respuestas entre la opción 4 y 5 de un 80.42%, y un mínimo en las opciones de respuesta de 1.8, por lo que hay una persona que se posicionó totalmente en desacuerdo.

Por último, en la dimensión “Combinación del mapa mental con la realidad aumentada”, compuesta por 6 ítems que evalúan el efecto de combinar el mapa mental con la realidad aumentada en aspectos relativos a la adquisición de información, su inclusión y recuerdo, la personalización del mapa mental, la adecuación en el

tiempo de uso y si tiene ventaja con respecto al clásico mapa mental; se alcanzó una media de 4.01 y una mediana de 4, por lo que los discentes se mostraron parcialmente de acuerdo con los elementos evaluados en la dimensión. Así mismo, tal y como ocurrió en las dimensiones anteriores, la opción 4 alcanzó el mayor porcentaje de respuestas 46.45%, con un porcentaje acumulado de 76.4% entre la opción 4 y 5, y con un mínimo de 1.

2.2.2. Estudio inferencial

En lo que respecta a la influencia de las variables independientes sexo, edad, titulación y uso de dispositivos electrónicos (ordenador, tableta digital, smartphone y consola de videojuegos), se alcanzaron los siguientes resultados:

Para la variable sexo y uso de dispositivos electrónicos se empleó la prueba t-Student para muestras independientes. En la variable sexo, solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($T=-2.06$, $p=.04$) en la dimensión 2 “Vertiente cooperativa de la técnica”, donde las mujeres (4.17) presentaron una mayor media con respecto a los hombres (4.00). En cuanto al uso de dispositivos electrónicos, el hecho de que los estudiantes hayan usado o no durante su vida el ordenador, el smartphone o la tableta digital, no influyó a la hora de evaluar las dimensiones; aunque en el caso de la consola de videojuegos sí se vio una diferencia estadísticamente significativa ($T=2.518$, $p=.012$) en la dimensión 1 “Valoración general de la dinámica del mapa mental aumentado en puzzle”, donde los estudiantes que usaban la consola de videojuegos mostraron una media mayor ($\mu=4.3$) respecto a los que no ($\mu=4.12$). Así mismo, en la dimensión 3 “Combinación del mapa mental con la realidad aumentada”, el uso de este dispositivo

también afectó a la hora de evaluarla ($T=2.39$, $p=.017$), siendo los estudiantes que emplean dicho recurso los que mostraron mayor media ($\mu=4.08$) con respecto a los que no ($\mu=3.92$).

Por último, en lo que respecta a las variables edad y titulación, se empleó el análisis de varianza (ANOVA), que no evidenció diferencias estadísticamente significativas.

2.2.3. Estudio correlacional entre las tres dimensiones del Cuestionario MMAP

Para llevar a cabo el estudio correlacional entre las tres dimensiones del *Cuestionario MMAP*, se ha aplicado la prueba de Correlación de Pearson, que ha arrojado los siguientes resultados (Tabla 10):

Tabla 10

Resultados de las Correlaciones Bivariadas de los Ítems de los 3 Factores del Cuestionario

		Valoración general de la dinámica del mapa mental aumentado en puzle	Vertiente cooperativa del mapa mental aumentado en puzle	Combinación del Mapa mental con la realidad aumentada
Valoración general de la dinámica del mapa mental aumentado en puzle	N	348	348	348
	Correlación de Pearson	1	.66**	.62**
	Sig. (bilateral)		.00	.00

Vertiente cooperativa del mapa mental aumentado en puzle	N	348	348	348
	Correlación de Pearson	.66**	1	.62**
	Sig. (bilateral)	.00		.00
Combinación del mapa mental con la realidad aumentada	N	348	348	348
	Correlación de Pearson	.62**	.62**	1
	Sig. (bilateral)	.00	.00	

****.** La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral).

Observando los resultados alcanzados, se puede apreciar que existe una relación entre el factor 1 (Valoración general de la dinámica del mapa mental aumentado en puzle) con el factor 2 (Vertiente cooperativa del mapa mental aumentado en puzle) y el factor 3 (Combinación del mapa mental con la realidad aumentada) ($R=.66$ y $p=.00$; $R=.62$ y $p=.00$, respectivamente) al ser la correlación bilateral significativa; siendo en ambos casos una correlación elevada (Mateo, 2004; Pérez et al., 2009).

Así mismo, dado que entre el factor 2 (Vertiente cooperativa del mapa mental aumentado en puzle) y el factor 3 (Combinación del mapa mental con la realidad aumentada) ($R=.62$ y $p=.00$), hay una correlación bilateral significativa, se puede establecer una relación entre ambos factores.

2.2.4. Modelos explicativos de la valoración general de la dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle

Con la finalidad de explicar la dimensión “Valoración general de la dinámica del mapa mental aumentado en puzle” se han empleado regresiones lineales, siguiendo el método “por pasos”, para analizar la influencia que ejercen las dimensiones “Vertiente cooperativa de la técnica” y “Combinación del mapa mental con la realidad aumentada” sobre ella (Pardo y Ruiz, 2002) (Tabla 11).

Tabla 11

Coefficiente de la Recta de Regresión para la Variable Dependiente Valoración General de la Dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle

Modelo	Coeficientes ^a						
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Estadísticas de colinealidad		
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.	Tolerancia	VIF
1(Constante)	.908	.176		5.160	.000		
Cooperación	.458	.490	.449	9.321	.000	.610	1.640
MMRA	.355	.050	.344	7.153	.000	.610	1.640

Con los resultados alcanzados se puede señalar que las dimensiones “Vertiente cooperativa del mapa mental aumentado en puzle” y “Combinación del mapa mental con la Realidad Aumentada” son predictoras de la dimensión “Valoración general de la dinámica del mapa mental aumentado en puzle” ya que $\beta=.449$; $t(449)=9.32$, $p<.001$ y $\beta=.344$; $t(344)=7.15$, $p<.001$;

siendo estadísticamente significativa. Así mismo, hay de destacar que el valor de R^2 ajustado fue de .510, por lo que el 51% de la variabilidad de la valoración general de la dinámica es explicada por la metodología de aprendizaje cooperativo, así como por el uso de la realidad aumentada en la técnica.

CAPÍTULO V. ESTUDIO II

Durante la formación inicial docente, el alumnado recibe conocimientos sobre metodologías que podrán emplear en su futuro trabajo como educadores, por ello, este estudio se ha focalizado en analizar las expectativas que genera la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzzle en estudiantes cuya formación universitaria se centra en dicho fin, de cara a mostrar los beneficios que les puede reportar su utilización durante las sesiones de clase.

En este capítulo se incluyen dos apartados, un apartado referente a los análisis de datos realizados para la validación del instrumento *Cuestionario sobre expectativas MMAP*, y los análisis llevados a cabo con los datos recopilados; y otro apartado en el que se describen los resultados obtenidos en este estudio.

1. Análisis de datos

Con los datos obtenidos a través del *Cuestionario sobre expectativas MMAP*, cumplimentado por el alumnado mediante el software *Google forms*, se realizaron los siguientes análisis.

En primer lugar, el instrumento fue sometido a un proceso de validación. Para ello se seleccionó una muestra de 194 participantes y se realizó un estudio de su normalidad mediante la prueba Kolmogórov-Smirnov, donde se obtuvo un valor de $p < .05$, por lo que se procedió a la eliminación de los *outliers* (valores atípicos de la muestra) para su normalización (García, González y Jornet, 2010), utilizando la prueba de Mahalanobis (AMOS 23), que redujo el tamaño muestral a 133 participantes, de los cuales

100 eran mujeres y 33 hombres, con una media de edad de 3.55 y una desviación típica de 2.52.

Una vez normalizada la muestra, se llevó a cabo el análisis factorial exploratorio (AFE) empleando matrices de correlación de Pearson, al cumplirse el principio de normalidad y presentar las variables cinco opciones de respuesta (Flora et al., 2012); junto con el método para determinar la cantidad de factores “Implementación óptima del análisis paralelo” (PA) (Timmerman & Lorenzo-Seva, 2011), y el procedimiento “cuadrados no ponderados robusto” con criterio de rotación “Promin” (Lorenzo-Seva, 2000). Por último, se comprobó su consistencia interna mediante el Alpha de Cronbach, utilizando los programas estadísticos SPSS 23 y Factor Analysis (10.8.04).

Con los datos obtenidos del AFE se efectuó un análisis factorial confirmatorio (AFC) con la muestra total de la investigación. Al igual que en el caso anterior, fue necesario realizar un proceso de normalización muestral mediante la eliminación de los *outliers* por medio del test de Mahalanobis (AMOS 23), que produjo una reducción de 388 a 271 participantes, 203 mujeres y 68 hombres con una media de edad de 4.65 y una desviación típica de 2.53.

A continuación, se recurrió a modelos de ecuaciones estructurales empleando el mismo software, ajustando el modelo mediante los siguientes estadísticos: la prueba χ^2 /grados de libertad (Schumacker & Lomax, 2004), el índice de bondad de ajuste comparativo (CFI), el índice de ajuste incremental (IFI), el índice de ajuste normado (NFI), el índice de Tucker-Lewis (TLI) (Byrne, 1994, 2001; Hu & Bentler, 1999), la raíz del residuo

cuadrático promedio de aproximación (RMSEA) (Hu & Bentler, 1998) y el índice de validación cruzada esperada (ECVI).

Posteriormente, se comprobó su fiabilidad mediante el coeficiente Alpha de Cronbach, tanto a nivel general como en cada una de las dimensiones del constructo.

Para finalizar, se analizaron las respuestas dadas por el alumnado al cuestionario a través de los siguientes procedimientos:

- Análisis descriptivo de las 12 variables que componen el instrumento a través de medidas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación típica).
- Análisis descriptivo de los tres factores del cuestionario.
- Comprobación de la influencia ejercida por las variables independientes (sexo, edad, titulación y uso de dispositivos electrónicos) a la hora de valorar cada una de las dimensiones del cuestionario, mediante la t-Student y ANOVAs, usando el programa SPSS 23.
- Estudio correlacional, mediante correlaciones bivariadas, entre cada uno de los factores del cuestionario.
- Empleo de regresiones lineales para determinar si la dimensión 1 “Desarrollo de las capacidades personales” y la dimensión 2 “Desarrollo de las capacidades interpersonales” son predictivas de la dimensión 3 “Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje”.

2. Resultados

En base a los datos proporcionados por los análisis anteriormente citados, se han alcanzado los siguientes resultados que han sido estructurados en dos puntos, la validación del *Cuestionario sobre expectativas MMAP* y las respuestas dadas por el alumnado a dicho cuestionario.

2.1. Validación del Cuestionario sobre expectativas MMAP

Para el proceso de validación, se llevaron a cabo dos estudios, uno de naturaleza exploratoria y otro de naturaleza confirmatoria.

El AFE permitió realizar una comparación entre la estructura teórica, inicialmente planteada para el instrumento, y su estructura interna. Para ello, se analizó su viabilidad por medio de los siguientes criterios: determinante de la matriz de correlaciones con valor .00; KMO = .956; prueba de esfericidad de Bartlett con significación de .00 y raíz del residuo cuadrático promedio RMSR = .02.

Una vez finalizado este proceso se aplicó el AFE al cuestionario original (13 ítems y 3 dimensiones), ajustando a 3 los factores a extraer y que explicaron un 81.63% de la varianza con comunales que oscilaron entre .53 en el ítem 1 y .81 en el ítem 4. La distribución teórica inicial de ítems por dimensión se mantuvo salvo en el caso del ítem 3, por lo que se procedió a su eliminación.

Con el ítem excluido, se repitió el mismo proceso estableciendo los mismos criterios, con el que se obtuvo que los factores extraídos explican un 80.88% de la varianza, con idénticos

resultados que en el caso anterior con respecto a la matriz de correlaciones y en la esfericidad de Bartlett, pero con menor valor en $KMO = .955$ y en $RMSR = .019$. A su vez, los ítems se distribuyeron acorde al planteamiento teórico establecido, y en cada uno de ellos se obtuvo una carga superior a .3 (Tabla 12):

Tabla 12

Matriz de factores rotados del análisis factorial exploratorio

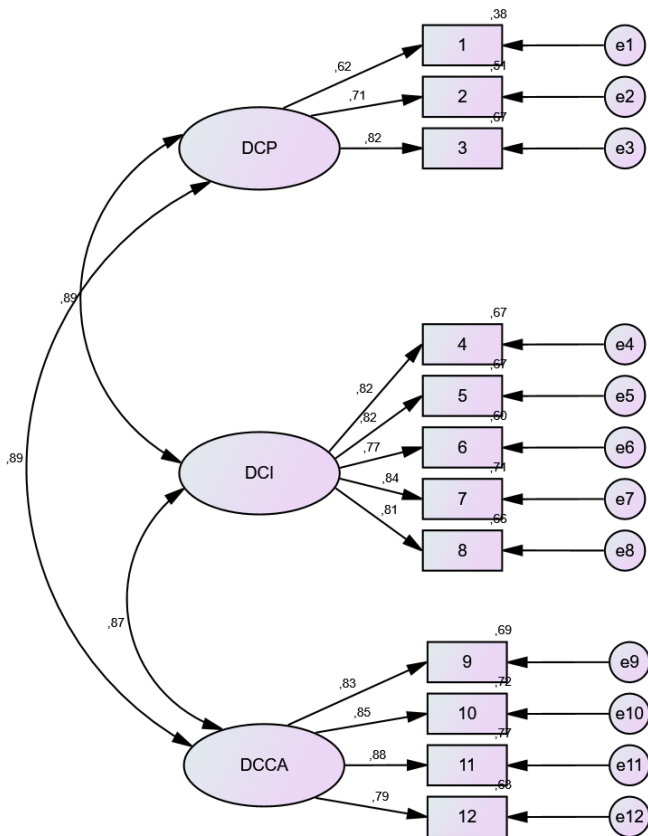
Variable	F1	F2	F3
V 1	.54		
V 2	.48		
V 3	.67		
V 4		.96	
V 5		1.04	
V 6		1.10	
V 7		.61	
V 8		.62	
V 9			.55
V 10			.82
V 11			1.04
V 12			1.06

Así mismo, se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach (Merino-Soto, 2016) para analizar la consistencia interna del instrumento, con el que se obtuvo una consistencia elevada tanto a nivel general ($\alpha = .95$), como en cada uno de los tres factores extraídos ($\alpha = .79$ en el factor 1; $\alpha = .92$ en el factor 2 y $\alpha = .90$ en el factor 3).

Con el AFE finalizado, se procedió a realizar un AFC con la finalidad de confirmar la estructura obtenida. Para ello se empleó el método de estimación Máxima Verosimilitud, con el que se alcanzaron los siguientes datos (Figura 2)

Figura 2

Modelo de 3 Factores (AFC)



En lo que respecta a la comprobación del ajuste de bondad del modelo identificado, se tuvieron en consideración la prueba χ^2 /grados de libertad, el índice de bondad de ajuste comparativo (CFI), el índice de ajuste incremental (IFI), el índice de ajuste normado (NFI), el índice de Tucker-Lewis (TLI), la raíz del residuo cuadrático promedio de aproximación (RMSEA) y el índice de validación cruzada esperada (ECVI); en los que se obtuvieron los siguientes valores: $X^2=59.49$; $df=45$; $p=.07$; $X^2/df=1.32$; $CFI=.99$; $IFI=.99$; $NFI=.97$; $TLI=.99$; $RMSEA=.03$; y $ECVI=.55$.

Dado que χ^2 presenta una probabilidad de .07, y que el valor de RMSEA es inferior a .06 y los valores de CFI, IFI, NFI y TLI son superiores a .95; se puede establecer una confirmación del modelo factorial inicialmente creado, así como la validez del constructo (Byrne, 2005; Arias, 2008).

Por último, se comprobó la consistencia del instrumento por medio del coeficiente Alpha de Cronbach, con el que se obtuvo una fiabilidad elevada (Thorndike, 1997) tanto en todo el instrumento ($\alpha = .94$) como en cada una de sus dimensiones ($\alpha = .78$ en el factor 1; $\alpha = .90$ en el factor 2; y $\alpha = .90$ en el factor 3).

2.2. Resultados de los análisis realizados a las respuestas del alumnado

A partir de los análisis llevados a cabo en este estudio, se han alcanzado los siguientes resultados que comienzan con la exposición de la muestra descriptiva (media y desviación típica) de los 12 ítems que componen el *Cuestionario sobre Expectativas MMAP* empleado en el estudio (Tabla 13).

Tabla 13

Distribución de frecuencias de los ítems del Cuestionario sobre Expectativas MMAP

Dimensión	Ítems	M	DT
Factor 1. Desarrollo de las capacidades personales	1. El alumnado puede encontrar esta dinámica de trabajo motivadora.	3.99	.86
	2. La dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle permitirá al alumnado aprender de forma autónoma.	3.96	.76
	3. La dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle contribuirá al desarrollo de la imaginación y creatividad del alumnado.	4.07	.78
Factor 2. Desarrollo de las capacidades interpersonales	4. La dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle ayudará al alumnado a mejorar su capacidad para dialogar.	3.94	.78
	5. La dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle ayudará al alumnado a desarrollar su capacidad de argumentación.	3.93	.82
	6. La dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle facilitará el desarrollo de debates entre el alumnado.	3.91	.82
	7. La dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle ayudará al alumnado a desarrollar su confianza a la hora de compartir ideas con los compañeros.	3.98	.78
	8. La dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle contribuirá al desarrollo de un clima de convivencia positivo en el aula.	3.91	.77
Factor 3. Desarrollo de las capacidades	9. La dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle ayudará al alumnado a organizar la información	4.18	.73

centradas en el aprendizaje	10.	La dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle favorecerá una mejor comprensión de los contenidos.	4.03	.83
	11.	La dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle posibilitará una mejor asimilación de contenidos.	4.03	.81
	12.	La dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle mejorará la capacidad del alumnado para recordar la información.	4.07	.74

A continuación, se estructuran los resultados en función de los objetivos específicos del estudio:

2.2.1. Contribuciones del Mapa Mental Aumentado en Puzle en función del desarrollo de las capacidades del alumnado

Los datos obtenidos en los análisis descriptivos realizados con cada una de las dimensiones que abarca el instrumento diseñado fueron los siguientes (Tabla 14):

Tabla 14

Estadísticos Descriptivos por Dimensiones

	Desarrollo de las capacidades personales	Desarrollo de las capacidades interpersonales	Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje
Media	4	3.94	4.07
Mediana	4	4	4
Desviación estándar	.66850	.67452	.68765
Mínimo	1.67	2.00	1.50

Máximo	5.00	5.00	5.00
---------------	------	------	------

Como se puede apreciar en la dimensión “Desarrollo de capacidades personales”, conformada por 3 ítems que midieron la motivación, el aprendizaje autónomo, la imaginación y la creatividad; los análisis arrojaron una media de 4 y una mediana de 4, por lo que el alumnado se mostró parcialmente de acuerdo respecto a la utilidad del Mapa Mental Aumentado en Puzzle para desarrollar estas capacidades de sus futuros discentes; con la opción 4 de respuestas con el mayor porcentaje de puntuación 48.1%, acumulando entre la opción 4 y 5 un 76.26%, y con una opción mínima de 1.67 en donde solo se encontró a una persona que se posicionó totalmente en desacuerdo con los ítems que engloba esta dimensión.

Con respecto a la dimensión “Desarrollo de las capacidades interpersonales”, compuesta por 5 ítems que engloban elementos vinculados a la capacidad para dialogar y argumentar, desarrollar debates, generar confianza a la hora de compartir información y crear un clima de convivencia positivo; los datos obtenidos reflejan una mediana de 4 y una media de 3.94, mostrando así los estudiantes una actitud de indiferencia, aunque muy próxima a parcialmente de acuerdo. Al igual que en la dimensión anterior, la opción 4 es la que presenta mayor porcentaje de respuestas 48.26%, con un porcentaje acumulado entre la opción 4 y 5 de 72.78% y siendo la opción 2 el mínimo de respuestas, por lo que ningún discente se opuso totalmente a esta dimensión.

Por último, en la dimensión “Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje”, donde se incluyen 4 ítems que recopilan información sobre las capacidades de aprendizaje relacionadas con la organización, la comprensión, el recuerdo y la

asimilación de contenidos, los resultados reflejan una mediana de 4 y una media de 4.07, por lo que la postura de los estudiantes es de parcialmente de acuerdo. A su vez, y al igual que sucedió en las dimensiones anteriores, la opción de respuesta más repetida es la 4, con un porcentaje de 48.32%, y acumulando entre las opciones 4 y 5 un 79.52%; siendo el valor menor obtenido de 1.5, por lo que hay una persona que se posicionó totalmente en desacuerdo con los ítems evaluados en la dimensión

2.2.2. Estudio inferencial

En lo que respecta a la influencia de las variables independientes tenidas en cuenta en este trabajo, y relacionadas con el sexo, la edad, la titulación y el uso de dispositivos electrónicos (ordenador, tableta digital, smartphone y consola de videojuegos); se empleó una comparativa de medias con las dimensiones del instrumento, empleando la prueba t-Student para muestras independientes con las variables sexo y uso de dispositivos electrónicos, y el análisis de varianza (ANOVAs) para las variables titulación y edad.

En ambos análisis se comprobó que no se hallaron diferencias estadísticamente significativas con ninguna de la dimensiones, por lo que estas variables no influyen a la hora de evaluarlas

2.2.3. Estudio correlacional entre las tres dimensiones del Cuestionario sobre expectativas MMAP

En este apartado se ha llevado a cabo un estudio correlacional entre las tres dimensiones del cuestionario por medio de la correlación de Pearson. A continuación, se muestran los resultados alcanzados (Tabla 15):

Tabla 15

Resultados de las Correlaciones Bivariadas de los Ítems de las 3 Dimensiones del Cuestionario

		Desarrollo de las capacidades personales	Desarrollo de las capacidades interpersonales	Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje
Desarrollo de las capacidades personales	N	271	271	271
	Correlación de Pearson	1	.73**	.72**
	Sig. (bilateral)		.00	.00
Desarrollo de las capacidades interpersonales	N	271	271	271
	Correlación de Pearson	.73**	1	.79**
	Sig. (bilateral)	.00		.00
Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje	N	271	271	271
	Correlación de Pearson	.72**	.79**	1
	Sig. (bilateral)	.00	.00	

****. La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral).**

A raíz de los resultados obtenidos, se observa la existencia de una correlación elevada (Mateo, 2004; Pérez et al., 2009) entre la

dimensión 1 “Desarrollo de las capacidades personales” con la dimensión 2 “Desarrollo de las capacidades interpersonales” y la dimensión 3 “Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje” ($R=.73$ y $p=.00$; $R=.72$ y $p=.00$).

Por otro lado, se aprecia una correlación elevada entre la dimensión 2 “Desarrollo de las capacidades interpersonales” y la dimensión 3 “Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje” ($R=.79$ y $p=.00$).

2.2.4. Modelos explicativos del desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje

Para poder explicar la dimensión “Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje” por medio de las medidas de las dimensiones “Desarrollo de las capacidades personales” y “Desarrollo de las capacidades interpersonales”, se han utilizado regresiones lineales múltiples (Pardo y Ruiz, 2002) por medio del método “por pasos” para observar la conexión entre la variable predictora o explicativa y la variable criterio (Tabla 16).

Tabla 16

Coefficiente de la Recta de Regresión para la Variable Dependiente Desarrollo de las Capacidades Centradas en el Aprendizaje

Modelo	Coeficientes ^a					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		Estadísticas de colinealidad	
	B	Error estándar	Beta	t	Sig.	Tolerancia VIF

l(Constante)	.53	.15		3.39	.001		
Desarrollo de las capacidades personales	.32	.05	.31	6.15	.000	.47	2.14
Desarrollo de las capacidades interpersonales	.57	.05	.56	10.96	.000	.47	2.14

Observando los resultados obtenidos, se aprecia que la dimensión “Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje” es predicha por las dimensiones “Desarrollo de las capacidades personales” y “Desarrollo de las capacidades interpersonales”, ya que $\beta=.32$; $t(32)=6.15$, $p<.001$, y $\beta=.57$; $t(57)=10.96$, $p<.001$; por lo que se puede afirmar la hipótesis de relación lineal entre las dos dimensiones con la dimensión “Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje” ya que es estadísticamente significativa. Por último, hay que señalar que el valor de R^2 ajustado fue de .67, por lo que el 67% de la variabilidad del desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje es explicada por el desarrollo de las capacidades personales y el desarrollo de las capacidades interpersonales.

CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES DE AMBOS ESTUDIOS

En este capítulo se detallan las conclusiones de ambos estudios llevados a cabo en esta investigación, en el que se discuten los resultados en base a la teoría desarrollada en el capítulo de fundamentación teórica y conceptual, siguiendo los objetivos planteados en el diseño metodológico, y dando respuesta a las hipótesis de partida establecidas.

1. Discusión y conclusiones del primer estudio

Con los resultados obtenidos en el primer trabajo, cuya finalidad era estudiar la valoración que los estudiantes participantes en el estudio le dieron a la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzzle, se han llegado a las siguientes conclusiones, en base a los objetivos establecidos, que se exponen a continuación.

Objetivo 1. Validar el *Cuestionario MMAP*, para aportar un instrumento fiable que permita evaluar la técnica diseñada.

En la literatura se pueden encontrar instrumentos que evalúan por separado los elementos que componen esta técnica. Por ejemplo, sobre el mapa mental existen recursos para medir tanto la calidad del mapa mental desarrollado por un estudiante (Hua & Wind, 2018) como su eficacia para el aprendizaje y uso en dinámicas colaborativas (Muñoz-González, Vega Gea y Hidalgo Ariza, 2020; Muñoz González, Serrano Rodríguez y Marín Díaz, 2014; Wu & Wu, 2020). A su vez, por la parte de RA hay cuestionarios disponibles, ya validados, para evaluar experiencias

de aprendizaje realizadas con ella (Cabero Almenara, Fernández Róbles y Marín Díaz, 2017; Chen et al., 2016; Marín Díaz, 2016; Nolasco de Almeida Mello y Cabero Almenara, 2019) y que ayudan a analizar su impacto en la formación inicial docente (Sáez-López et al., 2020) y los factores que influyen en su uso (Fernández Robles, 2017); así como otros instrumentos para evaluar los efectos de técnicas cooperativas como el *Jigsaw* (Barba et al., 2012; Blanco Sandía y Corchuelo Martínez-Azúa, 2014; García Cabrera et al., 2012).

Pese a estos instrumentos señalados, dado que el Mapa Mental Aumentado en Puzzle era una técnica nueva, se necesitó diseñar un instrumento que recogiera específicamente los parámetros a estudiar en este trabajo, tomando como referencia varios instrumentos de los señalados (García Cabrera et al., 2012; Marín Díaz, 2016; Muñoz González, Serrano Rodríguez y Marín Díaz, 2014).

Los resultados arrojados por el AFE y el AFC, así como un análisis de consistencia interna llevado a cabo tanto a nivel general como en cada una de las dimensiones del constructo (valoración general de la dinámica, vertiente cooperativa de la técnica y combinación del mapa mental con la realidad aumentada), han permitido confirmar que el *Cuestionario MMAP* es una herramienta fiable para medir los efectos de la técnica en el aprendizaje del alumnado (Ariza Carrasco y Muñoz González, 2020); cumpliendo así con el objetivo establecido y respondiendo a la primera hipótesis del estudio referida a que este instrumento tendría una buena estructura y consistencia interna. Así mismo, en contraste con los constructos tomados como referencia para su diseño, se aportan datos sobre los estadísticos de fiabilidad compuesta (CR), varianza promedio extraída (AVE), varianza

máxima compartida al cuadrado (MSV) y coeficiente de fiabilidad H (MaxR (H)) para que la fiabilidad y validez de los factores y sus ítems quede totalmente demostrada.

Objetivo 2. Describir las opiniones del alumnado con respecto a las dimensiones valoración general de la dinámica, vertiente cooperativa de la técnica, y combinación del mapa mental con la realidad aumentada.

En base a los resultados proporcionados por los análisis descriptivos desarrollados con cada una de las dimensiones, se han llegado a las siguientes conclusiones.

En lo que respecta a dimensión 1 “Valoración general de la dinámica realizada”, donde se midieron aspectos relacionados con la comprensión, la organización, el recuerdo y el aprendizaje de la información; el alumnado de Grado de Educación Infantil, de Grado de Educación Primaria y del Máster Universitario de Educación Inclusiva mostró una actitud favorable hacia los elementos medidos en esta dimensión; siendo el Mapa Mental Aumentado en Puzzle considerado un recurso que les ha facilitado el proceso de aprendizaje.

Esto se sitúa en consonancia con estudios llevados a cabo con cada uno de los elementos que componen esta técnica. Por ejemplo, en investigaciones realizadas en la formación inicial docente, puede apreciarse cómo el mapa mental ha ayudado a futuros docentes a visualizar los errores que cometían durante el aprendizaje, llegando a reconocer que la mera memorización no es efectiva, y que les ayuda a estructurar la información para interiorizarla y comprenderla con mayor facilidad (Hapidin et al.,

2019; Muñoz González et al., 2016; Muñoz González, Vega Gea y Hidalgo Ariza, 2020).

Por otro lado, está la técnica *Jigsaw*, que genera curiosidad en la búsqueda de información y un buen nivel de aprendizaje (Maden, 2011; Mayorga Fernández y Madrid Vivar, 2012; Navarro Hinojosa et al., 2006), que se ven influenciados por el nivel de satisfacción que sienten durante el trabajo, ya que a mayor nivel, mayor confianza en sus habilidades y capacidades para construir conocimiento (Izquierdo Rus et al., 2019); y, por otra parte, la realidad aumentada produce interés debido a su novedad y a que permite un aprendizaje más inmersivo y experimental, al ofrecer la posibilidad de interactuar en escenarios reales trasladados al aula gracias a recursos digitales, aportando un carácter innovador y lúdico al aprendizaje en el que los estudiantes no solo hacen el papel de consumidores sino también de productores de contenido (Cabero Almenara, Fernández Róbles y Marín Díaz 2017; Cabero-Almenara et al., 2016; Cózar Gutiérrez et al., 2015; Fernández Robles, 2018; Marín-Díaz et al., 2018; Marín-Díaz y Sampedro-Requena, 2020; Pedraza Goyeneche et al., 2017; Pérez et al., 2021; Rodríguez-García et al., 2019).

En lo que respecta a la segunda dimensión referida a la “vertiente cooperativa de la técnica”, donde se han tenido en cuenta elementos como la cooperación, el clima de convivencia, la mejora en las relaciones personales y la autoconfianza; los estudiantes realizaron una valoración positiva. Este hecho se ha visto reflejado en otros estudios llevados a cabo con futuros docentes, en los que gracias a la estructura de trabajo presentada en la técnica *Jigsaw*, basada en el diseño de grupos base de trabajo y grupos de expertos, permite fomentar la resolución consensuada de conflictos, promover relaciones positivas, y contribuye a un

buen clima de convivencia y a incrementar la autoconfianza (Maden, 2011; Mayorga Fernández y Madrid Vivar, 2012; Navarro Hinojosa et al., 2006).

Así mismo, los otros elementos incluidos en la técnica, el mapa mental y la realidad aumentada, realizan su contribución en las dinámicas de trabajo en grupo. Por un lado, el mapa mental ha sido analizado como herramienta para el fomento de la colaboración en las sesiones de clase con futuros docentes (Muñoz González et al., 2016; Muñoz González, Sampedro Requena y Marín Díaz, 2014; Muñoz González y Serrano Rodríguez, 2014; Muñoz González, Vega Gea y Hidalgo Ariza, 2020); y, por otra parte, la realidad aumentada es una tecnología que ofrece la oportunidad de trabajar en equipo al promover la interacción en el momento de decidir los elementos que se van a incorporar, y una buena herramienta para la inclusividad y el aprendizaje, al permitir una mayor inmersión hacia los conceptos abordados en el aula (Marín Díaz, 2016; Marín-Díaz, 2017b; Marín Díaz et al., 2017; Marín-Díaz y Sampedro-Requena, 2020; Pedraza Goyeneche et al., 2017; Sáez-López et al., 2020)

Por último, la dimensión “Combinación del mapa mental con la realidad aumentada”, que engloba aspectos como la facilidad para aprender contenidos con el mapa al incorporarle elementos de RA, la posibilidad de otorgarle mayor personalización al mapa mental, el tiempo adecuado de uso y las ventajas con respecto al diseño de mapas mentales clásicos; los discentes dieron su valoración positiva al hecho de combinar estos dos elementos. Como se ha visto en otros trabajos (Cabero Almenara, Fernández Róbles y Marín Díaz, 2017; Del Moral Pérez y Neira-Piñeiro, 2019; Marín-Díaz y Sampedro-Requena, 2020; Mumtaz et al., 2017), la idea de enriquecer apuntes con elementos de RA favorece

la adquisición de conocimientos y promueve aspectos como la creatividad, hecho que, como se ha apreciado en este estudio, también ocurre con la incorporación de esta tecnología al diseño del mapa mental.

Como se puede observar, la hipótesis de partida que hace mención a que el alumnado valorará positivamente la técnica del Mapa Mental Aumentado en puzzle en todas las dimensiones anteriormente enumeradas se ha cumplido completamente, por lo que es un recurso de utilidad para los futuros docentes a la hora de aprender y fomentar la cooperación en las aulas universitarias (Ariza Carrasco y Muñoz González, 2019).

Objetivo 3. Realizar una comparativa de medias entre las variables independientes sexo, edad, titulación, y uso de dispositivos electrónico (ordenador, tableta digital, smartphone y consola de videojuegos) y las dimensiones anteriormente enunciadas.

El estudio llevado a cabo ha evidenciado que el sexo no influye para valorar la utilidad de la técnica para el aprendizaje, ni a la hora de evaluar la eficacia de combinar el mapa mental con la RA; sin embargo, en cuanto a la vertiente cooperativa, las mujeres se mostraron más a favor que los hombres.

El hecho de que el sexo no influya para valorar el impacto de la RA en el aprendizaje se ha visto reflejado en otros estudios (Cabero Almenara y Marín-Díaz, 2018; Fernández Robles, 2018; Gallego et al., 2018); no obstante, hay otras investigaciones en las que se ha comprobado que las mujeres valoran más los recursos como la RA para el aprendizaje (Marín Díaz et al., 2017; Roig-Vila et al., 2019). Así mismo, se puede comprobar que los mapas

mentales pueden llegar a ser mejor percibidos por las mujeres a la hora de ayudarles en el proceso de aprendizaje, y también para promover aspectos ligados con el trabajo en grupo (Muñoz González, Marín Díaz y Hidalgo Ariza, 2020b)

Por otra parte, en lo que respecta a variables como la edad y la titulación, no constituyeron un factor que influenciase para medir la calidad del Mapa Mental Aumentado en Puzzle en las dimensiones planteadas en el estudio; concordando así con otros trabajos desarrollados con mapas mentales en los que no influyeron (Muñoz-González, Marín-Díaz y Hidalgo-Ariza, 2020a). Por el contrario, en otra investigación se observó que la edad influye a la hora de ver la utilidad de la RA en dinámicas de aprendizaje cooperativo (Marín Díaz et al., 2017).

En cuanto a la utilización de dispositivos como ordenadores, tabletas digitales y smartphone, no repercutieron en ninguna de las tres dimensiones tenidas en cuenta en el estudio, salvo en el caso del uso de videojuegos, que se observó que los estudiantes que empleaban este tipo de dispositivos valoraron mejor la dimensión 1 "Valoración general de la dinámica" y la dimensión 3 "Combinación del mapa mental con la realidad aumentada". Este hecho contrasta con otro estudio en el que la valoración de la RA se vio afectada por el uso de dispositivos como ordenadores de mesa, portátiles, tabletas digitales o smartphone, en los que en función de los dispositivos que los estudiantes estuvieran habituados a utilizar influía en su valoración (Marín Díaz et al., 2017).

Con todo lo anterior, se puede concluir que la hipótesis de partida planteada, en la que se estableció que estas variables no influirían a la hora de medir las dimensiones del constructo, se

cumple parcialmente, ya que como se ha indicado en algunos casos el sexo y el uso de dispositivos electrónicos como los videojuegos influyen en alguna de las dimensiones.

Objetivo 4. Comprobar la existencia o no de correlaciones entre las dimensiones.

En el estudio desarrollado se ha podido comprobar que existe una elevada correlación entre las dimensión1 “Valoración general de la dinámica”, la dimensión 2 “Vertiente cooperativa de la técnica” y la dimensión 3 “Combinación del mapa mental con la realidad aumentada”, así como entre la dimensión 2 y 3.

Parte de esta relación se ha observado en el estudio desarrollado por Muñoz González, Marín Díaz y Hidalgo Ariza (2020b), en el que se aprecia una conexión entre el potencial del mapa mental para el aprendizaje y los beneficios que genera en dinámicas de trabajo grupales, en las que destaca que el trabajo grupal ayuda al proceso de diseño de mapas mentales, al tiempo que promueve el desarrollo de un buen clima de convivencia, la creación de debates y, en definitiva, a generar interacción entre los discentes. Por tanto, en base a los datos obtenidos, se puede confirmar la hipótesis de partida establecida en la que se preveía una correlación elevada entre las tres dimensiones que componían el constructo.

Objetivo 5. Investigar la medida en que las dimensiones vertiente cooperativa y combinación del mapa mental con la realidad aumentada influyen sobre la dimensión valoración general de la dinámica del Mapa Mental Aumentado en Puzle.

Aludiendo a los resultados alcanzados en el estudio, se puede confirmar la hipótesis de partida referida a que la vertiente

cooperativa de la técnica y la combinación del mapa mental con la realidad aumentada son factores que predicen la valoración general que el alumnado hace sobre el potencial de la técnica para el aprendizaje.

Pese a que estos tres elementos no se han evaluado de forma conjunta mediante una técnica en ningún otro estudio, se ha podido comprobar en otras investigaciones que el trabajo en grupo influye en el aprendizaje de forma positiva (Dewitt & McLuskie, 2019; Hidayati et al., 2020; Izquierdo Rus et al., 2019; Muñoz González et al., 2016; Muñoz González, Vega Gea y Hidalgo Ariza, 2020; Zheng et al., 2020); así como que la RA aporta también beneficios en los procesos formativos (Marín-Díaz y Sampedro-Requena, 2020; Sáez-López et al., 2020).

2. Discusión y conclusiones del segundo estudio

En cuanto a los resultados alcanzados en el segundo estudio, cuya finalidad era conocer las expectativas que tienen los futuros docentes, participantes en esta investigación, sobre la utilidad de la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzle dentro de la docencia; se han derivado las siguientes conclusiones, organizadas en función de los objetivos específicos establecidos, y dando respuesta a las hipótesis de trabajo inicialmente planteadas.

Objetivo 1. Validar el *Cuestionario sobre expectativas MMAP*, para aportar un instrumento fiable que permita evaluar las expectativas que esta técnica genera en futuros docentes de cara a su uso como educadores.

Como se indicó en el apartado de resultados, el análisis factorial exploratorio (AFE) y el análisis factorial confirmatorio

(AFC), así como el análisis de consistencia interna realizado tanto a nivel general como en cada una de las dimensiones del constructo han permitido confirmar la fiabilidad y validez de este instrumento para medir los elementos incluidos en sus tres dimensiones “Desarrollo de las capacidades personales”, “Desarrollo de las capacidades interpersonales” y “Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje”.

Inicialmente, este instrumento fue planteado con 13 ítems, pero se redujo a 12 tras la eliminación del ítem relacionado con el fomento de la cooperación y participación, debido a los análisis desarrollados. Los ítems incluidos en las tres dimensiones del constructo fueron seleccionados teniendo en cuenta el potencial señalado en otros estudios desarrollados en las diferentes etapas educativas, en los que se destacó la utilidad de los mapas mentales (Cuijun et al., 2015; Morillo-Balsera et al., 2011; Muñoz González et al., 2015; Muñoz González et al., 2016; Polat et al., 2017), la técnica *Jigsaw* (Karacop & Diken, 2017; Tobaja Márquez et al., 2017; Ural et al., 2017; Yapici, 2016) y la realidad aumentada (Cabero Almenara, Fernández Róbles y Marín Díaz, 2017; Lu & Liu, 2015; Marín Díaz et al., 2016; Moreno Martínez y Leiva Olivencia, 2017; Mumtaz et al., 2017; Pedraza Goyeneche et al., 2017) para fomentar el aprendizaje autónomo y la interacción entre el alumnado, así como para potenciar capacidades ligadas a la comprensión, la organización y el recuerdo de la información.

A diferencia del instrumento diseñado en el primer estudio (Ariza Carrasco y Muñoz González, 2020), no se alcanzaron buenos coeficientes de validez y fiabilidad procedentes del análisis de las cargas de regresión estandarizados y las correlaciones obtenidas con AMOS 23, pero se lograron obtener unos valores elevados en los índices de ajuste del modelo tenidos en cuenta

(Arias, 2008; Byrne, 2005), por lo que se puede confirmar su fiabilidad de cara recoger las expectativas de futuros docentes sobre esta técnica; quedando así validada la hipótesis de partida en la que se afirmaba que sería un instrumento con una buena estructura y consistencia interna.

Objetivo 2. Exponer las opiniones de los futuros docentes participantes acerca de la contribución de la técnica al desarrollo de las capacidades personales, las capacidades interpersonales y las capacidades centradas en el aprendizaje.

A raíz de los resultados obtenidos a través de los análisis descriptivos llevados a cabo, se han llegado a las siguientes conclusiones con cada una de las dimensiones del instrumento diseñado.

En la primera dimensión “Desarrollo de las capacidades personales”, donde se midieron aspectos como la motivación, el aprendizaje autónomo y el desarrollo de la imaginación y la creatividad; los estudiantes valoran positivamente esta dimensión, considerando pues que la técnica es un buen recurso para desarrollar estas capacidades en sus futuro alumnado. Estos resultados concuerdan con otros trabajos en los que se aplicó la técnica *Jigsaw* en las diferentes etapas educativas, y en los que se evidenció que tanto los docentes (Ghaith, 2018; Sánchez Ambriz, 2014) como el alumnado consideran que ayuda a generar un aprendizaje divertido y motivante, al tiempo que genera autonomía durante la búsqueda de información y la toma de decisiones (Mayorga Fernández y Madrid Vivar, 2012; Nurmalia & Syahrin, 2020; Ural et al., 2017).

Por otra parte, en estudios desarrollados con futuros docentes en los que se trabajó con la realidad aumentada, se ha comprobado que este recurso es tenido en cuenta por el alumnado para su futuro trabajo como educadores, al poseer un componente motivacional y generar autonomía (Cabero-Almenara et al., 2016; Marín-Díaz, 2017b; Marín Díaz et al., 2017; Marín-Díaz y Sampedro-Requena, 2020; Pedraza Goyeneche et al., 2017; Rodríguez-García et al., 2019; Roig-Vila et al., 2019); al tiempo que el otro componente de esta técnica, el mapa mental, ha mostrado su efectividad en las etapas de educación infantil, primaria y secundaria al generar interés, creatividad y autoaprendizaje (Amin et al., 2020; del Cerro Velázquez y Morales-Méndez, 2017; Iquira-Becerra et al., 2020; López Belmonte et al., 2019; Marín Díaz y Muñoz Asencio, 2018; Moreno-Guerrero, Alonso García et al., 2020; Muñoz González et al., 2015; Núñez Lira et al., 2019; Zhang et al., 2021).

Con relación a la segunda dimensión “Desarrollo de las capacidades interpersonales”, en comparación con la dimensión anterior, los estudiantes no llegaron al mismo nivel de valoración, aunque sus respuestas estuvieron muy próximas a una actitud favorable con los elementos abordados (capacidad de argumentación, diálogo, fomento de debates, incremento de la autoconfianza al transmitir ideas y desarrollar un clima de convivencia positivo).

El hecho de que los estudiantes aprecien el potencial de esta técnica para trabajar estos aspectos con su futuro alumnado está en consonancia con la utilidad percibida con los mapas mentales, la realidad aumentada y la técnica *Jigsaw* para trabajar elementos como el respeto, la cooperación, la empatía, el diálogo y la inclusión en las diferentes etapas educativas (Casillas-Martín y Cabezas-González, 2021; Dwiniasih & Nugraha, 2019;

Fernández-García, 2021; Marín-Díaz, 2017b; Marín- Díaz y Sampedro-Requena, 2020; Moreno Martínez y Leiva Olivencia, 2017; Muñoz González et al., 2015; Muñoz González, Vega Gea y Hidalgo Ariza, 2020; Sahertian et al., 2020; Stokhof et al., 2019; Turan & Atila, 2021); aunque estudios con estudiantes de educación social subrayan que la RA puede reducir la socialización (Gómez-Galán et al., 2020).

En lo que respecta a la última dimensión “Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje”, los discentes consideraron que esta técnica puede ayudar a desarrollar en su futuro alumnado aspectos como la comprensión, organización, el recuerdo y la asimilación de información. Ya se ha observado en trabajos de investigación llevados a cabo con futuros docentes, que recursos como el mapa mental (Muñoz González, Marín Díaz y Hidalgo Ariza, 2020b), la técnica *Jigsaw* (Tobaja Márquez et al., 2017; Ural et al., 2017) y la realidad aumentada (Barroso Osuna y Gallego Pérez, 2017; Czerkowski & Berti, 2021; Fernández Robles, 2018) son considerados buenos instrumentos a tener en cuenta para generar en su alumnado feedback y facilitarles el proceso de aprendizaje. Así mismo, destacan que la realidad aumenta puede ayudarles a crear contenido didáctico, pero suele ocurrir que carecen de conocimientos previos para ello a pesar de tener contacto continuo con dispositivos electrónicos (Castaño Calle y González Alonso, 2019; Salar et al., 2020), por lo que es importante que se promueva la formación del alumnado en este tipo de tecnologías que les serán de utilidad como educadores.

Además de la visión aportada por futuros docentes que experimentaron con estos tres elementos, ya se ha comprobado en las diferentes etapas educativas que potencian los procesos de comprensión de la información y que facilitan la reorganización y

reestructuración del pensamiento (Azizah & Budiyanto, 2019; Danaei et al., 2020; del Cerro Velázquez & Morales Méndez, 2021; Ganiev et al., 2020; Marín-Díaz, 2017a; Merchie et al., 2021; Morante Wan, 2015; Oliveira & Amaral, 2020; Pan et al., 2021; Redondo et al., 2020; Sánchez García y Toledo Morales, 2017; Suhendra et al., 2020; Villalustre Martínez et al., 2019; Villarejo, 2019; Zhang et al., 2021); siendo de gran utilidad para la comprensión lectora en las primeras etapas; al igual que las dinámicas cooperativas como la técnica *Jigsaw* mejoran el rendimiento y crean hábitos de estudio, pese a que también se puede encontrar ciertas dificultades derivadas de la incertidumbre en el alumnado al depender de los compañeros/as para alcanzar el objetivo establecido (Tobaja Márquez y Gil Llinás, 2021; Ural et al., 2017).

En definitiva, en vista de los datos aportados, se puede confirmar la hipótesis de partida en la que se estableció que los discentes valorarían la técnica del Mapa Mental Aumentado en Puzle como un buen recurso para fomentar el desarrollo de las capacidades personales, interpersonales y las capacidades centradas en el aprendizaje de su futuro alumnado.

Objetivo 3. Realizar una comparativa de medias entre cada una de las variables independientes y las dimensiones del cuestionario.

Como se ha podido comprobar en los análisis inferenciales realizados, no se han hallado pruebas de que variables como el sexo, la edad, la titulación o el uso de dispositivos electrónicos influyan a la hora de valorar cada una de las tres dimensiones consideradas.

A raíz de esto, se puede confirmar la hipótesis de partida en la que se indicaba que estas variables no influirían a la hora de que el alumnado tuviera en cuenta esta técnica para desarrollar las capacidades personales e interpersonales, así como las capacidades centradas en el aprendizaje de su futuro alumnado. El hecho de que el sexo no influya en el desarrollo del aprendizaje contrasta con otros estudios desarrollados con futuros docentes en los que ya se ha visto reflejado que las mujeres valoran mejor que los hombres recursos como la realidad aumentada para su uso en las aulas (Marín Díaz et al., 2017; Roig-Vila et al., 2019), aunque concuerda con otros en los que el género no ha influido (Ariza Carrasco y Muñoz González, 2019; Cabero Almenara, Barroso Osuna y Galleo Pérez, 2018; Fernández Robles, 2018). Al mismo tiempo, la edad ha sido otro factor que ha influido a la hora de valorar herramientas como la RA en otros estudios (Marín Díaz et al., 2017).

Objetivo 4. Comprobar la existencia o no de correlaciones entre las dimensiones: desarrollo de las capacidades personales, desarrollo de las capacidades interpersonales y desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje.

Al igual que ocurre en otros estudios donde se ha observado una relación entre la dimensión cooperativa del mapa mental y su dimensión relacionada con el aprendizaje (Muñoz González, Vega Gea y Hidalgo Ariza, 2020), en el estudio desarrollado para este trabajo se ha comprobado que existe una elevada relación entre la dimensión 1 “Desarrollo de las capacidades personales”, la dimensión 2 “Desarrollo de las capacidades interpersonales” y la dimensión 3 “Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje”; con relación a su vez entre la dimensión 2 y 3. Con

ello se avala la hipótesis de partida en la que se estableció que existiría una correlación entre estas dimensiones.

Objetivo 5. Estudiar cómo influyen las variables dependientes “desarrollo de las capacidades personales” y “desarrollo de las capacidades interpersonales” sobre la variable “desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje”.

A raíz de los resultados alcanzados se puede concluir que factores como las capacidades personales e interpersonales influyen a la hora de valorar el potencial de este recurso para el aprendizaje; quedando confirmada la hipótesis en la que se hacía alusión a que estas dos dimensiones explicarían la dimensión “Desarrollo de las capacidades centradas en el aprendizaje”; y se sitúa en consonancia con investigaciones donde se hace mención a la importancia de la motivación y la cooperación para mejorar el aprendizaje (Dwiniasih & Nugraha, 2019; Muñoz-González, Vega Gea y Hidalgo Ariza, 2020; Ural et al., 2017).

Finalmente, y a modo de conclusión tras haber discutido los resultados obtenidos en los dos estudios desarrollados en este trabajo, hay que indicar que se han podido alcanzar todos los objetivos e hipótesis planteadas, en los que se ha verificado que el Mapa Mental Aumentado en Puzle es un recurso eficaz para aplicar en el ámbito universitario, en concreto, en carreras vinculadas a la formación inicial docente; y que futuros docentes lo consideran un buen método para emplearlo en su futuro trabajo como educadores debido a que puede desarrollar las capacidades personales e interpersonales, y aquellas vinculadas al aprendizaje como pueden ser la comprensión, la organización y el recuerdo de la información.

3. Limitaciones de ambos estudios y futuras líneas de investigación

En lo que respecta a las limitaciones de ambos estudios, es conveniente señalar que fueron desarrollados en una única universidad, y con estudiantes cuyas carreras universitarias estaban ligadas a la docencia, por lo que se desconoce la recepción que tendría esta técnica en otras universidades y/o carreras no conectadas directamente con la educación.

Pese a ser una limitación, abre la oportunidad hacia otras líneas de investigación en las que se aplique esta técnica en otros grados universitarios no conectados con la enseñanza, a la vez que sería conveniente comprobar su efectividad en otras etapas educativas como Educación Infantil, Primaria y Secundaria, para ver si las expectativas que generó en el segundo estudio se confirman en el resto de niveles educativos, de cara a tener una visión más amplia sobre la calidad de este recurso para la docencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdinejad, M., Talaie, B., Qorbani, H. S., & Dalili, S. (2021). Student Perceptions using augmented reality and 3d visualization technologies in chemistry education. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1), 87-96. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09880-2>
- Abdusselam, M. S., & Karal, H. (2020). The effect of using augmented reality and sensing technology to teach magnetism in high school physics. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(4), 407-424. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1766550>
- Adams, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall, C., & Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. The New Media Consortium.
- Ahmad Fauzi, A. F. A., Ali, K. N., & Amirudin, R. (2019). Evaluating students readiness, expectancy, acceptance and effectiveness of augmented reality based construction technology education. *International Journal of Built Environment and Sustainability*, 6(1), 7-13. <https://doi.org/10.11113/ijbes.v6.n1.309>
- Al-Jarf, R. (2015). A model for enhancing EFL freshman students' vocabulary with mind- mapping software. *The Journal of Teaching English for Specific and Academic Purposes*, 3(3), 509-520.
- Al Shuaili, K., Al Musawi, A. S., & Hussain, R. M. (2020). The effectiveness of using augmented reality in teaching geography curriculum on the achievement and attitudes of

- Omani 10th Grade Students. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 7(2), 20-29. <https://doi.org/10.4995/muse.2020.13014>
- Alfares, N. (2020). The effect of using a self-regulated jigsaw task on female students' performance in the course of curriculum reading in english at umm al-qura university in Saudi Arabia. *Arab World English Journal*, 11(4), 519-533. <https://doi.org/10.24093/awej/vol11no4.33>
- Altmeyer, K., Kapp, S., Thees, M., Malone, S., Kuhn, J., & Brünken, R. (2020). The use of augmented reality to foster conceptual knowledge acquisition in STEM laboratory courses—Theoretical background and empirical results. *British Journal of Educational Technology*, 51(3), 611-628. <https://doi.org/10.1111/bjet.12900>
- Amin, A., Lubis, M., Alimni, A., Saepudin, S., Jaenullah, J., Kurniawan, D. A., & Lestari, M. (2020). A study of mind mapping in elementary islamic school: effect of motivation and conceptual understanding. *Universal Journal of Educational Research*, 8(11), 5127-5136. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081112>
- Amrizal, A., & Hamdani, Z. (2017). Applied Jigsaw technique in increasing narrative writing ability. *Ahmad Dahlan Journal of English Studies*, 4(2), 27-30. <https://doi.org/10.26555/adjes.v4i2.6650>
- Araujo, R. C., & Gadanidis, G. (2020). Online collaborative mind mapping in a mathematics teacher education program: a study on student interaction and knowledge construction. *ZDM-Mathematics Education* 52(5), 943-958.

<https://doi.org/10.1007/s11858-019-01125-w>

- Arias, B. (2008). Desarrollo de un ejemplo de análisis factorial confirmatorio con LISREL, AMOS y SAS. En M. A. Verdugo, M. Crespo, M. Badía y B. Arias (Ed.), *Metodología en la investigación sobre discapacidad* (pp. 75-120). INICO.
- Ariza Carrasco, C. y Muñoz González, J. M. (2019). Valoración de la técnica del mapa mental aumentado en puzle en educación superior. *REOP - Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 30(3), 64-83. <https://doi.org/10.5944/reop.vol.30.num.3.2019.26273>
- Ariza Carrasco, C. y Muñoz González, J. M. (2020). Propiedades psicométricas de una escala sobre el aprendizaje del mapa mental aumentado en puzle en Educación Superior. *Revista Complutense de Educación*, 31(3), 295-306. <https://doi.org/10.5209/rced.63173>
- Aronson, E., Stephan, C., Sikes, J., Blaney, N., & Snapp, M. (1978). *The Jigsaw Classroom*. Sage Publications.
- Aronson, E., & Patnoe, S. (1997). *The jigsaw classroom: Buildings cooperation in the classroom*. Longman.
- Arrausi, J. J., & Ribosa, J. (2017). Driving maps: The use of mind maps to guide project based learning through design thinking. *gráfica*, 6(11), 25-31. <https://doi.org/10.5565/rev/grafica.92>
- Arulanand, N., Babu, A. R., & Rajesh, P. K. (2020). Enriched learning experience using augmented reality framework in engineering education. *Procedia Computer Science*, 172(2019), 937-942. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.135>

- Arvanitaki, M., & Zaranis, N. (2020). The use of ICT in teaching geometry in primary school. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5003-5016. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10210-7>
- Astriani, D., Susilo, H., Suwono, H., Lukiati, B., & Purnomo, A. R. (2020). Mind Mapping in learning models: a tool to improve student metacognitive skills. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(6), 4-17. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i06.12657>
- Astudillo Torres, M. P. (2019). Aplicación de la realidad aumentada en las prácticas educativas universitarias. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 18(2), 203-218. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.18.2.203>
- Aykac, V. (2015). An application regarding the availability of mind maps in visual art education based on active learning method. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 1859-1866. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.848>
- Azizah, A. N., & Budiyanto, M. (2019). Improvement of student learning outcomes through reciprocal teaching approach assisted by mind map at science learning in junior high school. *SSRN Electronic Journal*, 7(2), 57-61.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *In Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. <https://doi.org/10.1561/11000000049>
- Badilla-Quintana, M. G., Sepulveda-Valenzuela, E., & Salazar Arias, M. (2020). Augmented reality as a sustainable

- technology to improve academic achievement in students with and without special educational needs. *Sustainability*, 12(19), 8116. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/su12198116>
- Bahadori, A., & Bahman, G. (2016). The role of mind mapping software in developing efl learners' reading comprehension at the pre-intermediate level. *Modern Journal of Language Teaching Methods*, 2(1), 8-1. <https://doi.org/10.5923/j.jall.20160201.02>
- Baken, E. K., Adams, D. C., & Rentz, M. S. (2020). Jigsaw method improves learning and retention for observation-based undergraduate biology laboratory activities. *Journal of Biological Education*, 1-6. <https://doi.org/10.1080/00219266.2020.1796757>
- Barba, J. J., Martínez Scott, S. y Torrego Egido, L. (2012). El Proyecto de Aprendizaje Tutorado Cooperativo: una experiencia en el grado de Maestra de Educación Infantil. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 10(1), 123-144. <https://doi.org/10.4995/redu.2012.6125>
- Barba Vera, R., Yasaca Pucuna, S. y Manosalvas Vaca, C. (2015). Impacto de la realidad aumentada móvil en el proceso enseñanza-aprendizaje de estudiantes universitarios del área de medicina. *Investigar con y para la sociedad*, 3, 1421-1429. <http://aidipe2015.aidipe.org>
- Barroso Osuna, J. y Cabero Almenara, J. (2016a). El diseño de una investigación: el proyecto RAFODIUN. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (1), 12-25. <http://dx.doi.org/10.6018/riite/2016/277651>

- Barroso Osuna, J. y Cabero Almenara, J. (2016b). Evaluación de objetos de aprendizaje en Realidad Aumentada: estudio piloto en el grado de Medicina. *Enseñanza & Teaching*, 34(2), 149-167. <https://doi.org/10.14201/et2016342149167>
- Barroso-Osuna, J., Cabero-Almenara, J. y Gutiérrez-Castillo, J. J. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por estudiantes universitarios. Grado de aceptación de esta tecnología y motivación para su uso. *Revista mexicana de investigación educativa*, 23(79), 1261-1283. <https://hdl.handle.net/11441/81372>
- Barroso Osuna, J. M., Cabero Almenara, J. C. y Moreno-Fernández, A. M. (2016). La utilización de objetos de aprendizaje en realidad aumentada en la enseñanza de la medicina. *Innoeduca*, 2(2), 77-83. <http://dx.doi.org/10.20548/innoeduca.2016.v2i2.2028>
- Barroso Osuna, J. M. y Gallego Pérez, Ó. M. (2016). La realidad aumentada y su aplicación en la educación superior. *Revista del Salomé*, 1(2), 111-124. <https://doi.org/10.32541/salome.2016.v1i2.pp111-124>
- Barroso Osuna, J. M. y Gallego Pérez, Ó. M. (2017). Producción de recursos de aprendizaje apoyados en Realidad Aumentada por parte de estudiantes de magisterio. *EDMETIC*, 6(1), 23-28. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5806>
- Barroso-Osuna, J., Gutiérrez-Castillo, J. J., Llorente-Cejudo, M. C., & Valencia Ortiz, R. (2019). Difficulties in the incorporation of augmented reality in university education: Visions from the experts. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 8(2), 126-141.

<https://doi.org/10.7821/naer.2019.7.409>

Bellezza, A., Caggiano, V., González Bernal, J., De la Fuente Anuncibay, R. y Sedano Fra. (2017). Realidad aumentada: aplicaciones en los negocios y la educación. *Dyna ingeniería e industria*, 92(3), 288-292. <https://doi.org/10.6036/8066>

Benziger, I. K. (2000). *Maximizando la efectividad del potencial humano*. KBA The Human Resource Technology Company.

Bia Platas, A., Ñeco García, R. P. y Pérez Beltrán, J. (2015). *Integración de recursos PLE mediante mapas mentales*. En XIII Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. *Nuestras estrategias organizativas y metodológicas en la formación universitaria para responder a la necesidad de adaptación y cambio* (1424-1434). Universidad de Alicante. Recuperado de <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>

Blanco Sandía, M. de los A. y Corchuelo Martínez-Azúa, B. (2014). La interdisciplinariedad como estrategia metodológica para la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas. *Anales de ASEPUMA*, 22, 1-25.

Blas Padilla, D., Vázquez Cano, E., Morales Cevallos, M. y López Meneses, E. (2019). Uso de apps de realidad aumentada en las aulas universitarias. *Campus virtuales : revista científica iberoamericana de tecnología educativa*, 8(1), 37-48.

Boboc, R. G., Chiriac, R.-L., & Antonya, C. (2021). How augmented reality could improve the student's attraction to learn mechanisms. *Electronics*, 10, 175. <https://doi.org/10.3390/electronics10020175>

- Buzán, T., & Buzán, B. (1993). *The Mind Map book: how to use radiant thinking to maximize your brain's untapped potential*. Plume.
- Buzan, T., & Buzan, B. (1996). *El libro de los mapas mentales*. Urano.
- Buzán, T. (2001). *Head strong*. Harper colling publisher ltd., Londres. trad: *tu mente en forma*. Urano.
- Buzán, T. (2004). *Tu mente en forma*. Urano.
- Braidot, N. E. (2014). *Neuromanagement: la revolución neurocientífica en las organizaciones, del management al neuromanagement* (2ª ed.). Granica.
- Brzezicki, M. (2020). Strengths and weaknesses of architectural education on-line classes conducted during COVID-19. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 18(4), 381-386.
- Byrne, B. M. (1994). *Structural equation modeling with EQS and EQS/Windows*. Thousand Sage Publications.
- Byrne, B.M. (2001). *Structural Equation Modeling with AMOS. Basic Concepts, Applications, and Programming*. LEA.
- Byrne, M. (2005). Factor analytic models: viewing the structure of an assessment instrument from three perspectives. *Journal of Personality Assessment*, 85(1), 17-32. https://doi.org/10.1207/s15327752jpa8501_02
- Bystrova, T., & Larionova, V. (2015). Use of virtual mind mapping to effectively organise the project activities of students at the university. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 214,

465-472. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.724>

Cabero Almenara, J. y Barroso Osuna, J. (2016). Posibilidades educativas de la Realidad Aumentada. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5(1), 46-52. <https://doi.org/10.7821/naer.2016.1.140>

Cabero Almenara, J. y Barroso Osuna, J. (2018). Los escenarios tecnológicos en Realidad Aumentada (RA): posibilidades educativas en estudios universitarios. *Aula Abierta*, 47(3), 327-336. <https://doi.org/10.17811/rifie.47.3.2018.327-336>

Cabero Almenara, J., Barroso Osuna, J. y Gallego Pérez, Ó. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por los estudiantes. Los estudiantes como prosumidores de información. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (11), 15-46. <https://doi.org/10.51302/tce.2018.221>

Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Llorente-Cejudo, C., & Fernández Martínez, M. D. M. (2019). Educational uses of augmented reality (AR): Experiences in educational science. *Sustainability*, 11, 4990. <https://doi.org/10.3390/su11184990>

Cabero, J., Barroso, J. y Llorente, C. (2019). La realidad aumentada en la enseñanza universitaria. *REDU. Revista de docencia universitaria*, 17(1), 105-118. <https://doi.org/10.4995/redu.2019.11256>

Cabero Almenara, J., Barroso Osuna, J. y Obrador, M. (2017). Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la medicina. *Educación Médica*, 18(3), 203-208. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2016.06.015>

- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J. M., Puentes Puento, Á. y Cruz Pichardo, I. (2018). La utilización de la Realidad Aumentada en la enseñanza de Anatomía en Medicina: aceptación y motivación del estudiante. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 32 (4), 1-13. <https://hdl.handle.net/11441/85421>
- Cabero Almenara, J. y Fernández Robles, B. (2018). Las tecnologías digitales emergentes entran en la Universidad: RA y RV. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 119-138. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.21.2.20094>
- Cabero-Almenara, J., Fernández-Batanero, J. M., & Barroso-Osuna, J. (2019). Adoption of augmented reality technology by university students. *Heliyon*, 5(5), 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01597>
- Cabero Almenara, J., Fernández Róbles, B. y Marín Díaz, V. (2017). Dispositivos móviles y realidad aumentada en el aprendizaje del alumnado universitario. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 167-185. <https://doi.org/10.5944/ried.20.2.17245>
- Cabero, J. y García, F. (2016). *Realidad aumentada, tecnología para la formación*. Madrid: Editorial Síntesis.
- Cabero-Almenara, J., García Jiménez, F. y Barroso Osuna, J. (2016). La producción de objetos de aprendizaje en “Realidad Aumentada”: la experiencia del SAV de la Universidad de Sevilla. *IJERI: International journal of Educational Research and Innovation*, 6, 110-123.

- Cabero-Almenara, J., Llorente-Cejudo, C. y Gutiérrez-Castillo, J. (2017). Evaluación por y desde los usuarios: objetos de aprendizaje con Realidad aumentada. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 53, 1-17. <https://doi.org/10.6018/red/53/4>
- Cabero Almenara, J. y Llorente Cejudo, C. (2019). Evaluación de software en la producción de objetos en Realidad Aumentada con fines educativos. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 19(60), 1-23. <https://doi.org/10.6018/red/60/01>
- Cabero Almenara, J. y Marín-Díaz, V. (2018). Blended learning y realidad aumentada: experiencias de diseño docente. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 57-74. <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.18719>
- Cabero Almenara, J. y Puentes Puente, Á. (2020). La Realidad Aumentada: tecnología emergente para la sociedad del aprendizaje. *AULA, Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, 66 (2), 35-51. <https://doi.org/10.33413/aulahcs.2020.66i2.138>
- Cabero-Almenara, J., Vázquez-Cano, E. y López-Meneses, E. (2018). Uso de la realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza universitaria. *Formacion Universitaria*, 11(1), 25-34. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062018000100025>
- Cabero Almenara, J., Vázquez-Cano, E., López Meneses, E. y Jaén Martínez, A. (2020). Posibilidades formativas de la tecnología aumentada. Un estudio diacrónico en escenarios universitarios. *Revista Complutense de Educación*, 31(2), 141-152. <https://doi.org/10.5209/rced.61934>

- Cai, S., Liu, E., Shen, Y., Liu, C., Li, S., & Shen, Y. (2020). Probability learning in mathematics using augmented reality: impact on student's learning gains and attitudes. *Interactive Learning Environments*, 28(5), 560-573. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1696839>
- Cai, S., Liu, C., Wang, T., Liu, E., & Liang, J. (2021). Effects of learning physics using Augmented Reality on students' self-efficacy and conceptions of learning. *British Journal of Educational Technology*, 52(1), 235-251. <https://doi.org/10.1111/bjet.13020>
- Camilli, C. (2015). *Aprendizaje cooperativo e individual en el rendimiento académico en estudiantes universitarios: un meta-análisis* [tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. <http://eprints.ucm.es/30997/1/T36191.pdf>
- Cantón Mayo, I., Cañón Rodríguez, R. y Arias Gago, A. R. (2013). La formación universitaria de los maestros de Educación Primaria. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 76(27), 45-63.
- Cárcamo Vásquez, H. (2015). Naturalización de los contenidos y objetivos de aprendizaje: acerca del énfasis que los futuros maestros de primaria ponen en los aspectos técnico-pedagógicos. *Revista de Antropología Social*, 24, 271-285. https://doi.org/10.5209/rev_RASO.2015.v24.50657
- Casillas-Martín, S. y Cabezas-González, M. (2021). Propuesta didáctica con realidad aumentada en el programa Digicraft. *Simpósio Internacional de Educação e Comunicação-SIMEDUC*, (10).

- Castañeda Quintero, L., Gutiérrez Porlán, I. y Román García, M. del M. (2014). Enriqueciendo la realidad: realidad aumentada con estudiantes de Educación Social. *@tic. revista d'innovació educativa*, (12), 15-25. <https://doi.org/10.7203/attic.12.3544>
- Castaño Calle, R. y González Alonso, F. (2019). Realidad aumentada y virtual: valoraciones, percepciones y actitudes del alumnado universitario y su aplicación en el marco educativo. En A. García-Valcárcel, V. Gonçalves, M. Meirinhos, M.R. Patrício, L. Rodero y J.S. Sousa (Eds.) Livro de Atas da Conferência V Conferência Ibérica de Inovação na Educação com TIC (pp. 2-16). Instituto Politécnico de Bragança.
- Chang, J.-H., Chiu, P.-S., & Huang, Y.-M. (2018). A sharing mind map-oriented approach to enhance collaborative mobile learning with digital archiving systems. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 19(1), 1-24. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v19i1.3168>
- Chang, W.-L., & Benson, V. (2020). Jigsaw teaching method for collaboration on cloud platforms. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-13. <https://doi.org/10.1080/14703297.2020.1792332>
- Che Dalim, C. S., Sunar, M. S., Dey, A., & Billinghurst, M. (2020). Using augmented reality with speech input for non-native children's language learning. *International Journal of Human-Computer Studies*, 134, 44-64. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.10.002>
- Chen, C.-H. (2020). Impacts of augmented reality and a digital

- game on students' science learning with reflection prompts in multimedia learning. *Educational Technology Research and Development*, 68(6), 3057-3076. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09834-w>
- Chen, C. H., Chou, Y. Y., & Huang, C. Y. (2016). An augmented-reality-based concept map to support mobile learning for science. *Asia-Pacific Education Researcher*, 25(4), 567-578. <https://doi.org/10.1007/s40299-016-0284-3>
- Chen, R. W., & Chan, K. K. (2019). Using augmented reality flashcards to learn vocabulary in early childhood education. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1812-1831. <https://doi.org/10.1177/0735633119854028>
- Chen, S.-Y., & Liu, S.-Y. (2020). Using augmented reality to experiment with elements in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 111, 106418. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106418>
- Cheng, K.-H. (2016). Reading an augmented reality book: An exploration of learners' cognitive load, motivation, and attitudes. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(4), 53-69. <https://doi.org/10.14742/ajet.2820>
- Chicioreanu, T. D., & Amza, C. G. (2014). Are teachers ready for the augmented reality? *Smart 2014 - Social Media in Academia: Research and Teaching*, 337-343.
- Chin, K.-Y., & Wang, C.-S. (2020). Effects of augmented reality technology in a mobile touring system on university students' learning performance and interest. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(1), 27-42.

<https://doi.org/10.14742/ajet.5841>

Cihak, D. F., Moore, E. J., Wright, R. E., McMahon, D. D., Gibbons, M. M., & Smith, C. (2016). Evaluating augmented reality to complete a chain task for elementary students with autism. *Journal of Special Education Technology*, 31(2), 99-108. <https://doi.org/10.1177/0162643416651724>

Cohen, E. (1986). *Designing groupwork: Strategies for the heterogeneous classroom*. Teacher College Press.

Coimbra, M. T., Cardoso, T., & Mateus, A. (2015). Augmented reality: an enhancer for higher education students in math's learning? *Procedia Computer Science*, 67, 332-339. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.09.277>

Colén Riau, M. T., Jarauta Borrascas, B. y Castro González, L. C. (2016). El aprendizaje reflexivo en la formación inicial de maestros/as: de la experiencia a la integración y síntesis de los contenidos. *Revista Complutense de Educación*, 27(1), 179-198. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n1.45679

Conley, Q., Atkinson, R. K., Nguyen, F., & Nelson, B. C. (2020). MantarayAR: Leveraging augmented reality to teach probability and sampling. *Computers and Education*, 153, 103895. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103895>

Corrales, E. A. A. (2019). Los mapas mentales en el proceso de enseñanza aprendizaje. *Yachay-Revista Científico Cultural*, 8(1), 559-565.

Cózar-Gutiérrez, R. y Sáez-López, J. M. (2017). Realidad aumentada, proyectos en el aula de primaria: experiencias y

- casos en ciencias sociales. *Edmetic. Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 165-180. <https://www.uco.es/servicios/ucopress/ojs/index.php/edmetic/article/view/5813/5447>
- Cózar Gutiérrez, R., De Moya Martínez, M. del V., Hernández Bravo, J. A. y Hernández Bravo, J. R. (2015). Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada en la formación inicial de maestros. *Digital Education*, 27, 138-153. <http://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/11622/pdf>
- Cruz, I., Cabero, J. y Puentes, A. (2020). Desarrollo de razonamiento matemático espacial a través de la creación de objetos físicos de aprendizaje en realidad aumentada. En *La tecnología como eje del cambio metodológico* (pp. 1140-1144). UMA Editorial.
- Cuijun, M., Lei, Z., Yong, Z., Chao, L., & Jinling, S. (2015). The application of the mind mapping to the autonomous learning of higher vocational students. *Advances in Social Science Education and Humanities Research*, 20, 422-425. <https://dx.doi.org/10.2991/iemb-15.2015.82>
- Czerkawski, B., & Berti, M. (2021). Learning experience design for augmented reality. *Research in Learning Technology*, 29, 2429. <https://doi.org/10.25304/rlt.v29.2429>
- Danaei, D., Jamali, H. R., Mansourian, Y., & Rastegarpour, H. (2020). Comparing reading comprehension between children reading augmented reality and print storybooks. *Computers & Education*, 153, 103900.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103900>

Darnon, C., Buchs, C., & Desbar, D. (2012). The jigsaw technique and self-efficacy of vocational training students: a practice report. *European Journal of Psychology of Education*, 27(3), 439-449. <https://doi.org/10.1007/s10212-011-0091-4>

Debbag, M., Cukurbasi, B., & Fidan, M. (2021). Use of digital mind maps in technology education: a pilot study with pre-service science teachers. *Informatics in Education*, 20(1), 47-68. <https://doi.org/10.15388/infedu.2021.03>

del Cerro Velázquez, F. y Morales-Méndez, G. (2017). Realidad Aumentada como herramienta de mejora de la inteligencia espacial en estudiantes de educación secundaria. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 54, 1-14. <https://doi.org/10.6018/red/54/5>

del Cerro Velázquez, F., & Morales Méndez, G. (2021). Application in Augmented Reality for Learning Mathematical Functions: A Study for the Development of Spatial Intelligence in Secondary Education Students. *Mathematics*, 9(4), 369. <https://doi.org/10.3390/math9040369>

Del Moral Pérez, M. E. y Neira-Piñeiro, M. R. (2019). Augmented Reality Game-based Learning en Educación infantil: propuestas lúdicas con realidad aumentada partiendo de textos literarios. En *Investigación e innovación en la Enseñanza Superior* (pp. 1096-1106). <http://hdl.handle.net/10045/99027>

Deutsch, M. (1949). An experimental study of the effects of co-

- operation and competition upon group process. *Human Relations*, 2(3), 199-231. <https://doi.org/10.1177/001872674900200301>
- DeVries, D. L., & Edwards, K. J. (1973). Learning games and student teams: their effects on classroom process. *American Educational Research Journal*, 10(4), 307-318. <https://doi.org/10.3102/00028312010004307>
- Dewitt, S., & McLuskie, P. (19-20 de septiembre de 2019). Flipping the jigsaw. In *International Conference on Innovation and Entrepreneurship* (Conferencia). Academic Conferences International Limited. Universidad del Peloponeso, Kalamata, Greece
- Dhull, P., & Verma, G. (2019). Jigsaw teaching technique for teaching science. *International Journal of Research and Analytical Reviews (IJRAR)*, 6(2), 809-815.
- Díaz de Rada, V. (2007). Tipos de encuestas considerando la dimension temporal. *Papers*, 86, 131-145. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/papers/v86n0.814>
- Dilma, S. (2020). The effect of jigsaw technique in art education lesson on the emotional intelligence levels of university students. *European Journal of Education Studies*, 7(1), 191-206. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3706499>
- Domingo, J. (2008). El aprendizaje cooperativo. *Cuadernos de Trabajo Social*, 21(1), 231-246. Recuperado a partir de <https://revistas.ucm.es/index.php/CUTS/article/view/CUTS0808110231A>
- Doymus, K., Karacop, A., & Simsek, U. (2010). Effects of jigsaw

- and animation techniques on students' understanding of concepts and subjects in electrochemistry. *Educational Technology Research and Development*, 58(6), 671-691. <https://doi.org/10.1007/s11423-010-9157-2>
- Dwiniasih, D., & Nugraha, A. F. (2019). Enhancing students' reading comprehension through jigsaw. *Academic Journal Perspective : Education, Language, and Literature*, 7(1), 46-50. <https://doi.org/10.33603/perspective.v7i1.1909>
- Elfeky, A. I. M., & Elbyaly, M. Y. H. (2021). Developing skills of fashion design by augmented reality technology in higher education. *Interactive Learning Environments*, 29(1), 17-32. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1558259>
- Fantuzzo, J. W., King, J. A., & Heller, L. R. (1992). Effects of reciprocal peertutoring on mathematics and school adjustment: a component analysis. *Journal of Educational Psychology*, 84(3), 331-339.
- Faridi, H., Tuli, N., Mantri, A., Singh, G., & Gargrish, S. (2021). A framework utilizing augmented reality to improve critical thinking ability and learning gain of the students in Physics. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(1), 258-273. <https://doi.org/10.1002/cae.22342>
- Fatmawati, S. E. (2018). The Application of jigsaw and mind mapping to increase student's learning result. *Classroom Action Research Journal*, 2(1), 24-29. <http://journal2.um.ac.id/index.php/carjo/article/view/6115>
- Fernández-García, C. (2021). Effect of augmented reality on school journalism: A tool for developing communication

- competencies in virtual environments. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, e12169. <https://doi.org/10.1002/isd2.12169>
- Fernández Robles, B. (2017). Factores que influyen en el uso y aceptación de objetos de aprendizaje de realidad aumentada en estudios universitarios de Educación Primaria. *EDMETIC*, 6(1), 203-220. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5815>
- Fernández Robles, B. (2018). La utilización de objetos de aprendizaje de realidad aumentada en la enseñanza universitaria de educación primaria. *Revista internacional de investigación e innovación educativa*, 9, 90-104. <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/259%099>
- Ferrer-Torregrosa, J., Torralba, J., Jimenez, M. A., García, S., & Barcia, J. M. (2015). ARBOOK: Development and assessment of a tool based on augmented reality for anatomy. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 119-124. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9526-4>
- Flora, D. B., LaBrish, C., & Chalmers, R. P. (2012). Old and new ideas for data screening and assumption testing for exploratory and confirmatory factor analysis. *Frontiers in Quantitative Psychology and Measurement*, 3 (55), 1-21. <https://dx.doi.org/10.3389%2Ffpsyg.2012.00055>
- Flores-Bascuñana, M., Diago, P. D., Villena-Taranilla, R., & Yáñez, D. F. (2020). On augmented reality for the learning of 3D-geometric contents: A preliminary exploratory study with 6-grade primary students. *Education Sciences*, 10(4), 1-9. <https://doi.org/10.3390/educsci10010004>

- Fombona Cadavieco, J., Pascual Sevillano, M. y Madeira Ferreira, A. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, 41, 197-210. <https://doi.org/10.12795/pixelbit>
- Fonseca Escudero, D., Redondon Domínguez, E. y Valls, F. (2016). Motivación y mejora académica utilizando realidad aumentada para el estudio de modelos tridimensionales arquitectónicos. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 17(1), 45-64. <https://doi.org/10.14201/eks20161714564>
- Fuad, N. M., Zubaidah, S., Mahanal, S., & Suarsini, E. (2017). Improving junior high schools' critical thinking skills based on test three different models of learning. *International Journal of Instruction*, 10(1), 101-116.
- Fundación Telefónica (2011). *Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo*. Fundación Telefónica/Ariel.
- Gagić, Z. Z., Skuban, S. J., Radulović, B. N., Stojanović, M. M., & Gajić, O. (2019). The implementation of mind maps in teaching physics: educational efficiency and students' Involvement. *Journal of Baltic Science Education*, 18(1), 117-131. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.117>
- Gallego-Pérez, O. M. (2018). *Estudio y análisis sobre las posibilidades educativas de la realidad aumentada como herramienta de producción de experiencias formativas por parte del alumnado universitario* [tesis doctoral, Universidad de Córdoba]. <https://helvia.uco.es/handle/10396/17064>

- Gallego, Ó. M., Barroso Osuna, J. y Marín Díaz, V. (2018). Análisis de la motivación de los estudiantes universitarios como productores de recursos educativos utilizando la Realidad Aumentada. *Revista Espacios*, 39(25), 8-21.
- Ganiev, A. G., Normurodova, S. X., Abdunazarova, Z. S., & Xudoyberdiyeva, A. (2020). Using mind maps in formation of imagination and creative thinking skills in 5-6 year-old children. *European Journal of Molecular and Clinical Medicine*, 7(11), 339-343.
- Garay Ruiz, U., Tejada Garitano, E. y Castaño Garrido, C. (2016). Percepciones del alumnado hacia el aprendizaje mediante objetos educativos enriquecidos con realidad aumentada. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 145-164. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5812>
- Garay Ruiz, U., Tejada Garitano, E. y Maiz Olazabalaga, I. (2017). Valoración de objetos educativos enriquecidos con realidad aumentada: Una experiencia con alumnado de máster universitario. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 50, 19-31. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i50.01>
- García-Valcarcel, A. y Martín del Pozo, M. (2016). ¿Se sienten preparados los graduados en maestro de primaria para afrontar la profesión docente? *Bordón. Revista de Pedagogía*, 68(2), 69. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2016.68205>
- García, R., González, J. y Jornet, J.M. (2010). SPSS: pruebas no paramétricas. Recuperado de https://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0802A.pdf
- García Cabrera, M^a.M., González, I. y Mérida, R. (2012).

- Validación del cuestionario de evaluación acoes. Análisis del trabajo cooperativo en educación superior. *Revista de Investigación Educativa*, 30(1), 87-109. <https://doi.org/10.6018/rie.30.1.114091>
- García, I., Peña-López, I., Johnson, L., Smith, R., Levine, A., & Haywood, K. (2010). *Informe Horizon: Edición Iberoamericana 2010*. The New Media Consortium.
- Gardner, H. (1994). *Inteligencias múltiples*. Paidós Ibérica.
- Gardner, H. (2005). *Las cinco mentes del futuro*. Paidós Ibérica.
- Gargish, S., Mantri, A., & Kaur, D. P. (2020). Augmented reality-based learning environment to enhance teaching-learning experience in geometry education. *Procedia Computer Science*, 172, 1039-1046. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.152>
- Gavilán, P. y Alario, R. (2010). *Aprendizaje cooperativo. Una metodología con futuro. Principios y aplicaciones*. CCS.
- Gecu-Parmaksiz, Z., & Delialioğlu, O. (2019). Augmented reality-based virtual manipulatives versus physical manipulatives for teaching geometric shapes to preschool children. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3376-3390. <https://doi.org/10.1111/bjet.12740>
- George Reyes, C. E. (2020). Percepción de estudiantes de bachillerato sobre el uso de Metaverse en experiencias de aprendizaje de realidad aumentada en matemáticas. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 58, 143-159. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74367>

- Georgiou, Y., & Kyza, E. A. (2021). Bridging narrative and locality in mobile-based augmented reality educational activities: Effects of semantic coupling on students' immersion and learning gains. *International Journal of Human-Computer Studies*, 145, 102546. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102546>
- Ghaith, G. M. (2018). Teacher perceptions of the challenges of implementing concrete and conceptual cooperative learning. *Issues in Educational Research*, 28(2), 385-404. <http://www.iier.org.au/iier28/ghaith.pdf>
- Gilal, A. R., Waqas, A., Alsughayyir, A., Khan, S., Abro, A., & Omar, M. (2020). Mind mapping method as an effective tool for teaching database course. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, 9(5), 746-750. <https://doi.org/10.35940/ijitee.E2531.039520>
- Gnidovec, T., Žemlja, M., Dolenc, A., & Torkar, G. (2020). Using augmented reality and the structure–behavior–function model to teach lower secondary school students about the human circulatory system. *Journal of Science Education and Technology*, 29(6), 774-784. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09850-8>
- Gómez-Galán, J., Vázquez-Cano, E., Luque de la Rosa, A., & López-Meneses, E. (2020). Socio-Educational Impact of Augmented Reality (AR) in Sustainable Learning Ecologies: A Semantic Modeling Approach. *Sustainability*, 12(21), 9116. <https://doi.org/10.3390/su12219116>
- González Lorente, C. y Rebollo-Quintela, N. (2018). Competencias para la empleabilidad de los futuros maestros

- de educación primaria: una mirada a su proceso de inserción socio-laboral. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 12(2), 114-131. <https://doi.org/10.19083/ridu.2018.730>
- González Pérez, A. y Cerezo Cortijo, I. (2020). Implicaciones pedagógicas de la realidad aumentada para la mejora de la enseñanza de las ciencias en primaria. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (9), 1-16. <https://doi.org/10.6018/riite.444961>
- González Sánchez, R., García Muiña, F. E. y Gonzalo Hevia, N. (2011). Los edublogs como herramienta facilitadora en comunidades virtuales de aprendizaje. *Relada*, 5(3), 248-256. <http://polired.upm.es/index.php/relada/article/view/1387/1390>
- Goodoory, K. (2014). Use of collaborative web based mind mapping tools by trainee teachers in mauritius. In *INTED2014 Proceedings* (pp. 3915-3921). IATED.
- Greenwood, C. R., Delquadri, J. C., & Hall, R. V. (1989). Longitudinal effects of classwide peer tutoring. *Journal of Educational Psychology*, 81, 371-383.
- Guzmán, L. R. (2018). *Los mapas mentales como estrategia de comprensión lectora y recurso tecnológico de apoyo* [tesis de maestría, Instituto Politécnico de Leiria]. https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/3407/1/UPTIC_Roxana_vers%C3%A3o%20final%20para%20online_20julho18.pdf
- Halimah, H., Purba, H., & Rachmijati, C. (2019). Improving

- students' reading comprehension through jigsaw technique. *PROJECT (Professional Journal of English Education)*, 2(2), 21-29. <https://doi.org/10.22460/project.v2i2.p122-130>
- Hapidin, H., Pujianti, Y., & Juniasih, I. (2019). The effectiveness of using mind mapping method to improve child development assessment. *JPUD - Jurnal Pendidikan Usia Dini*, 13(1), 172-186. <https://doi.org/10.21009/10.21009/JPUD.131.13>
- Hassan, S. A., Rahim, T., & Shin, S. Y. (2021). ChildAR: an augmented reality-based interactive game for assisting children in their education. *Universal Access in the Information Society*, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s10209-020-00790-z>
- Hedeon, T. (2003). The reverse jigsaw : a process of cooperative learning and discussion. *Teaching Sociology*, 31(3), 325-332.
- Herbert, V. M., Perry, R. J., LeBlanc, C. A., Haase, K. N., Corey, R. R., Giudice, N. A., & Howell, C. (2021). Developing a smartphone app with augmented reality to support virtual learning of nursing students on heart failure. *Clinical Simulation in Nursing*, 54, 77-85. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2021.02.003>
- Herman, Sibarani, J. K., & Pardede, H. (2020). The effect of jigsaw technique in reading comprehension on recount text. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(1), 84-102. <https://doi.org/10.37329/cetta.v3i1.413>
- Hernández, R. Fernández C. y Baptista P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill

- Herráiz García, F. (2015). Entre la formación inicial en la Universidad y la vida laboral en la escuela de maestros y maestras noveles. Reflexionando en torno a identidades docentes y sus aprendizajes. *Profesorado: Revista de curriculum y formación del profesorado*, 19(2), 203-214.
- Herrmann, N. (1989). *The creative brain*. Brain books.
- Hidayati, N., Zubaidah, S., Suarsini, E., & Praherdhiono, H. (2020). Cognitive learning outcomes: its relationship with communication skills and collaboration skills through digital mind maps-integrated pbl. *International Journal of Information and Education Technology*, 10(6), 433-448.
- Holliday, D. C. (27 de octubre de 2000). *The development of Jigsaw IV in a secondary social studies classroom* [Paper]. 2000 Midwest Educational Research Association (MWERA) Annual Conference in Chicago, IL.
- Hortigüela Alcalá, D., Abella García, V., Delgado Benito, V. y Ausín Villaverde, V. (2018). Valoración del aprendizaje obtenido en la formación inicial del profesorado en función del enfoque metodológico. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 22(2), 227-246. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i2.7721>
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1998). Fit indices in covariance structure modeling: Sensitivity to underparameterized model misspecification. *Psychological Methods*, 3(4), 424-453. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/1082-989X.3.4.424>
- Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cut off criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus

- new alternatives. *Structural Equation Modeling*, 6(H1), 1-55.
<https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Hua, C., & Wind, S. A. (2018). Exploring the psychometric properties of the mind-map scoring rubric. *Behaviormetrika*, 46(1), 73-99. <https://doi.org/10.1007/s41237-018-0062-z>
- Hugues, O., Fuchs, P., & Nannipieri, O. (2011). New augmented reality taxonomy: Technologies and features of augmented environment. In *Handbook of augmented reality* (pp. 47-63). Springer.
- Hung, Y.-H., Chen, C.-H., & Huang, S.-W. (2017). Applying augmented reality to enhance learning: a study of different teaching materials. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33, 252-266. <https://doi.org/10.1111/jcal.12173>
- Hyde, Kenneth F. 2000. Recognising deductive processes in qualitative research. *Qualitative Market Research: An International Journal*, 3(2), 82 - 90.
- Ibáñez, M. B., Uriarte Portillo, A., Zatarain Cabada, R., & Barrón Estrada, M. L. (2020). Impact of augmented reality technology on academic achievement and motivation of students from public and private Mexican schools. A case study in a middle-school geometry course. *Computers & Education*, 145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103734>
- Iftene, A., & Trandabăţ, D. (2018). Enhancing the attractiveness of learning through augmented reality. *Procedia Computer Science*, 126, 166-175. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.220>

- Iglesias Muñiz, J. C., González García, L. F. y Fernández-Río, J. (2017). *Aprendizaje cooperativo: teoría y práctica en las diferentes áreas y materias del currículum*. Pirámide.
- İnel-Ekici, D. (2020). Determination of middle school students' mental models about science through mind maps. *Kuramsal Eğitimbilim*, 13(1), 91-115. <https://doi.org/10.30831/akukeg.554548>
- Iquiria-Becerra, D., Flores-Conislla, M., Carlos-Chullo, J. D., Sotelo-Castro, B., Payalich-Quispe, C., & Corrales-Delgado, C. (2020). A critical analysis of usability and learning methods on an augmented reality application for zoology education. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 5(2), 384-392. <https://doi.org/10.25046/aj050250>
- Israel, C., Zipp, G. P., D'Abundo, M., & Deluca, D. (2020). Mind mapping to enhance critical thinking skills in physician assistant education: A randomized controlled study. *Journal of Allied Health*, 49(2), 135-140.
- Izquierdo Rus, T., Martínez, E. A., Frutos, A. E. y Moreno, J. R. (2019). El aprendizaje cooperativo en la formación de maestros de Educación Primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 37(2), 543-559. <https://doi.org/10.6018/rie.37.2.369731>
- Jesionkowska, J., Wild, F., & Deval, Y. (2020). Active learning augmented reality for steam education—a case study. *Education Sciences*, 10(8), 198. <https://doi.org/10.3390/educsci10080198>

- Jing, B., Qin, Q., & Sun, D. (29-20 de noviembre de 2019). Application of mind mapping in emergency nursing teaching for nursing students in high vocational colleges [Proceedings]. 3rd International Conference on Education, Economics and Management Research (ICEEMR 2019). Singapur <https://doi.org/10.2991/assehr.k.191221.108>
- Johnson, L., Adams, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A., & Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1982). The effects of cooperative and individualistic instruction on handicapped and nonhandicapped students. *The Journal of Social Psychology*, *118*(2), 257-268. <https://doi.org/10.1080/00224545.1982.9922805>
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1987). *Learning Together and Alone* (2^a ed.). Prentice-Hall.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1994). *Learning Together and Alone. Cooperative, Competitive and Individualistic Learning*. Prentice-Hall, Inc.
- Johnson, D.W., & Johnson, R. T. (1986). *Motivational Processes in Cooperative, Competitive and Individualistic Learning Situation*. En C. Ames y R. Ames (eds.), *Attitudes and Attitude Change in Special Education: Is Theory and Practice*. Academic Press.
- Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1998). Cooperative Learning, Values, and Culturally Plural Classrooms. *Cooperative*

- Learning Center at the University of Minnesota. Minneapolis.* <http://www.clcrc.com/pages/CLandD.html>
- Johnson, D., & Johnson, R. (2014). *Joining Together: Group Theory and Group Skills* (11^a Ed.). Prentice–Hall.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubce. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Paidós
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. (1991). *Active learning cooperation in the classroom*. Edina, MN, Interaction Book Company.
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R.S., & Haywood, K. (2010). Key Emerging Technologies for Elementary and Secondary Education. *Tech Directions*, 7(3), 33-34.
- Kagan, S., & Kagan, M. (2009). *Kagan Cooperative Learning*. Kagan.
- Karacop, A., & Diken, E. H. (2017). The effects of jigsaw technique based on cooperative learning on prospective science teachers' science process skill. *Journal of Education and Practice*, 8(6), 86-97.
- Kaur, D. P., Mantri, A., & Horan, B. (2020). Enhancing student motivation with use of augmented reality for interactive learning in engineering education. *Procedia Computer Science*, 172, 881-885. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.05.127>
- Khan, T., Johnston, K., & Ophoff, J. (2019). The Impact of an Augmented Reality Application on Learning Motivation of Students. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2019, 1-14. <https://doi.org/10.1155/2019/7208494>

- Khusniyah, N. L. (2019). Improving descriptive writing ability through mind mapping. *Research and Innovation in Language Learning*, 2(1), 75-84. <https://doi.org/10.33603/rill.v2i1.1735>
- Kipper, G., & Rampolla, J. (2012). *Augmented reality*. Syngress.
- Kirikkaya, E. B., & Başgül, M. Ş. (2019). The effect of the use of augmented reality applications on the academic success and motivation of 7th grade students. *Journal of Baltic Science Education*, 18(3), 362-378. <https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.362>
- Koç, Ö., Altun, E., & Yüksel, H. G. (2021). Writing an expository text using augmented reality: Students' performance and perceptions. *Education and Information Technologies*, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10438-x>
- Kolhekar, S. P., Alone, A. S., Bendle, S. S., Bhasme, A. S., Bhoge, R. S., & Bhoyar, K. (2020). A study to assess the effectiveness of the jigsaw reading technique in improving the reading skills among high school children. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*, 14(12), 1-6. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2020/44790.14303>
- Lai, C.-H., Huang, S.-H., Liu, M.-C., & Huang, Y.-M. (2015). Effectiveness of Jigsaw-based cooperative report writing in a vocational high school. *2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)* (pp. 798-802). IEEE.
- Lai, C. S., & Lee, M. F. (2016). The effects of mind-mapping technique in engineering mathematics. In *2016 IEEE 8th*

- International Conference on Engineering Education (ICEED)* (pp. 261-264). IEEE.
- Lalit, M., & Piplani, S. (2019). Active learning methodology – jigsaw technique: An innovative method in learning anatomy. *Journal of the Anatomical Society of India*, 68(2), 147. https://doi.org/10.4103/JASIJASI_57_19
- Leal Aragón, L. (2020). Producción de recursos didácticos para el aula de matemáticas de Secundaria con realidad aumentada. *Innovación educativa*, (30), 185-198. <https://doi.org/10.15304/ie.30.6905>
- Lee, I.-J., Chen, C.-H., Wang, C.-P., & Chung, C.-H. (2018). Augmented reality plus concept map technique to teach children with asd to use social cues when meeting and greeting. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 27(3), 227-243. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0382-5>
- Lee, N. Y., & Tucker-Kellogg, G. (2020). An accessible, open-source mobile application for macromolecular visualization using augmented reality. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(3), 1-7. <https://doi.org/10.1002/bmb.21335>
- Liang, C.-J., Start, C., Boley, H., Kamat, V. R., Menassa, C. C., & Aebersold, M. (2020). Enhancing stroke assessment simulation experience in clinical training using augmented reality. *Virtual Reality*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00475-1>
- Lin, H.-C. K., Lin, Y.-H., Wang, T.-H., Su, L.-K., & Huang, Y.-M. (2020). Effects of incorporating ar into a board game on

- learning outcomes and emotions in health education. *Electronics*, 9(11), 1752. <https://doi.org/10.3390/electronics9111752>
- Little, W. B., Dezdrobotu, C., Conan, A., & Artemiou, E. (2021). Is augmented reality the new way for teaching and learning veterinary cardiac anatomy? *Medical Science Educator*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s40670-021-01260-8>
- Liu, T., & Yuizono, T. (2020). Mind mapping training's effects on reading ability: detection based on eye tracking sensors. *Sensors*, 20(16), 4422. <https://doi.org/10.3390/s20164422>
- Loc, N. P., & Loc, M. T. (2020). Using mind map in teaching mathematics: An experimental study. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(4), 1149-1155.
- López-Belmonte, J., Pozo, S., Fuentes, A. y Romero, J. M. (2020). Eficacia del aprendizaje mediante flipped learning con realidad aumentada en la educación sanitaria escolar. *Journal of Sport and Health Research*, 12(1), 64-79. <http://hdl.handle.net/10481/58938>
- López Belmonte, J., Pozo Sánchez, S. y López Belmonte, G. (2019). La eficacia de la Realidad Aumentada en las aulas de Infantil: un estudio del aprendizaje de SVB y RCP en discentes de 5 años. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 55, 157-178. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i55.09>
- López-Faicán, L., & Jaen, J. (2020). EmoFindAR: Evaluation of a mobile multiplayer augmented reality game for primary school children. *Computers & Education*, 149, 103814.

<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103814>

Lorenzo–Seva, U. (2000). The weighted oblimin rotation. *Psychometrika*, 65(3), 301-318. <https://doi.org/10.1007/BF02296148>

Lu, S.-J., & Liu, Y.-C. (2015). Integrating augmented reality technology to enhance children’s learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21(4), 525-541. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.911247>

Luo, Z., O’Steen, B., & Brown, C. (2020). Flipped learning wheel (FLW): a framework and process design for flipped L2 writing classes. *Smart Learning Environments*, 7, 1-21. <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00121-y>

MacLean, P. (1990). *The triune brain evolution*. Plenum Press.

Maden, S. (2011). Effects of Jigsaw I technique on achievement in written expression skill. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 11(2), 911-917.

Manosalva Mena, S. E. y Núñez Mesina, J. H. (2014). Mapas mentales. Una estrategia de innovación en la docencia universitaria. *Plumilla Educativa*, 14(2), 30-39. <https://doi.org/10.30554/plumillaedu.14.751.2014>

Marín Díaz, V. (2016). Posibilidades de uso de la Realidad Aumentada en la educación inclusiva. Estudio de caso. *ENSAYOS. Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 31(2), 57-67. <https://doi.org/10.18239/ensayos.v31i2.1142>

Marín Díaz, V. (2017a). The augmented reality in the educational sphere of student of degree in childhood education. Case

- Study. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 51, 7-19.
<https://doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i51.01>
- Marín-Díaz, V. (2017b). The relationships between augmented reality and inclusive education in higher education. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 69(3), 125-142.
<https://doi.org/10.13042/Bordon.2017.51123>
- Marín Díaz, V. (2018). La realidad aumentada al servicio de la Inclusión Educativa. Estudio de caso. *Revista RETOS XXI*, 2(1), 60-72. <https://doi.org/10.33412/retoxxi.v2.1.2060>
- Marín-Díaz, V., Cabero-Almenara, J. y Gallego-Pérez, O. M. (2018). Motivación y realidad aumentada: Alumnos como consumidores y productores de objetos de aprendizaje. *Aula Abierta*, 47(3), 337-346.
<https://doi.org/10.17811/rifie.47.3.2018.337-346>
- Marín Díaz, V., López Pérez, M., & Fernández Robles, B. (2020). Rafodium: a social nets about augmented reality created in Google+. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 59, 225-240. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.69626>
- Marín Díaz, V., Morales Díaz, M. y Reche Urbano, E. (2020). Aprendizaje con videojuegos con realidad aumentada en educación primaria. *Revista de ciencias sociales*, 26(2), 94-112. <https://doi.org/10.31876/rcs.v26i0.34116>
- Marín Díaz, V. y Muñoz Asencio, V. P. (2018). Trabajar el cuerpo humano con realidad aumentada en educación infantil. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 9, 148-158.
<https://doi.org/10.51302/tce.2018.177>
- Marín Díaz, V., Muñoz González, J. M. y Vega Gea, E. (2016). La

- Realidad Aumentada como herramienta de aprendizaje en Educación Infantil. In *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (pp. 833-841). Octaedro.
- Marín Díaz, V., Sampedro Requena, B. E. y Muñoz González, J. M. (2017). La Realidad Aumentada en el aula de Educación Primaria. *Revista Observatório*, 3(5), 634-668. <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2017v3n5p634>
- Marín-Díaz, V., Sampedro-Requena, B. E. y Muñoz-González, J. M. (2020). Realidad Aumentada del conocimiento del medio ambiente social en el salón de clases de primaria. *Revista Caribeña de Investigación Educativa (RECIE)*, 4(1), 116-123. <https://doi.org/10.32541/recie.2020.v4i1.pp116-123>
- Marín-Díaz, V. y Sampedro-Requena, B. E. (2020). La Realidad Aumentada en Educación Primaria desde la visión de los estudiantes. *Alteridad*, 15(1), 61-73. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.05>
- Mateo, J. (2004). La investigación ‘ex post-facto’. En R. Bisquerra, (coord.). *Metodología de investigación educativa* (pp. 196-230). Madrid: La Muralla.
- Martín-Gutiérrez, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, M. D., & Mora, C. E. (2015). Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. *Computers in Human Behavior*, 51, 752-761. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.093>
- Martínez Pérez, S. y Fernández Robles, B. (2018). Objetos de Realidad Aumentada: percepciones del alumnado de

- Pedagogía. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 53, 207-220. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i53.14>
- Matsui, T., Kakuyama, T., & Onglatco, M. U. (1987). Effects of goals and feedback on performance in groups. *Journal of Applied Psychology*, 72(3), 407-415. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.72.3.407>
- Mayorga Fernández, M. J. y Madrid Vivar, D. (2012). La técnica del Puzle como estrategia de aprendizaje cooperativo para la mejora del rendimiento académico. *Publicaciones de la Facultad de Educación y Humanidades del Campus de Melilla*, 42, 89-106.
- Mayorga Fernández, M. J. y Madrid Vivar, D. (2010). Modelos didácticos y Estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tendencias pedagógicas*, 1(15), 91-111.
- McCarthy, M. J. (1991). *Domine la era de la información*. Robinbook.
- McMillan, J. H. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa: una introducción conceptual* (5ª ed.). Pearson Addison Wesley
- Mei, B., & Yang, S. (2021). Chinese pre-service music teachers' perceptions of augmented reality-assisted musical instrument learning. *Frontiers in Psychology*, 12, 189. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.609028>
- Mendoza-Garrido, R., Cabarcas-Álvarez, A., Puello-Beltran, J. J., Fabregat-Gesa, R., & Baldiris-Navarro, S. M. (2020). Heritage education experience supported in augmented

- reality. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (99), 52-62.
<https://doi.org/10.17533/udea.redin.20200582>
- Merchie, E., Catrysse, L., & Van Keer, H. (2021). Mind maps as primers when reading-for-learning in elementary grades? An eye tracking study. *Instructional Science*, 49(1), 23-65.
<https://doi.org/10.1007/s11251-020-09529-y>
- Merino-Soto, C. (2016). Diferencias entre coeficientes alfa de Cronbach, con muestras y partes pequeñas: Un programa VB. *Anales de Psicología*, 32(2), 587-588.
<http://dx.doi.org/10.6018/analesps.32.2.203841>
- Meritxell Estebanell, M., Ferrés Font, J., Cornellà Canals, P. y Codina Regàs, D. (2012). Realidad Aumentada y códigos QR en Educación. En *Tendencias Emergentes en Educación con TIC* (pp. 135-157). Espiral.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Mondéjar, J., Vargas, M. y Meseguer, M. L. (2007). Aprendizaje cooperativo en entornos virtuales: el método Jigsaw en asignaturas de estadística. *Documentos de trabajo. Seminario. Permanente de Ciencias Sociales*, 3, 1-18.
- Monteiro Paulo, R. M., Pereira, A. L., & Pavanelo, E. (2021). The constitution of mathematical knowledge with augmented reality. *The Mathematics Enthusiast*, 18(3), 641-668.
<https://scholarworks.umt.edu/tme/vol18/iss3/11>
- Morales-Sánchez, R. y Pérez, L. (2018). La técnica del Jigsaw para

el aprendizaje autónomo. En *Experiencias pedagógicas e innovación educativa: Aportaciones desde la praxis docente e investigadora* (pp. 2342-2355). Octaedro.

Morante Wan, R. A. (2015). *Aplicación de técnicas de aprendizaje: subrayado, mapa mental y resumen para mejorar la comprensión de textos expositivos de las alumnas del segundo grado de secundaria de la institución educativa Santa Magdalena Sofía-Chiclayo, 2014* [tesis de maestría, Universidad Católica de los Ángeles] <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/10586>.

Moreno Fuentes, E. y Pérez García, Á. (2017). La realidad aumentada como recurso didáctico para los futuros maestros. *Revista científica electrónica de educación y comunicación en la sociedad del conocimiento*, 1(17), 42-59.

Moreno-Guerrero, A.-J., Alonso García, S., Ramos Navas-Parejo, M., Campos-Soto, M. N., & Gómez García, G. (2020). Augmented Reality as a resource for improving learning in the physical education classroom. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3637. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103637>

Moreno Garrido, A. J. y Baños Legrán, O. (2019). Uso de la realidad aumentada para la mejora de la visión espacial del alumnado. *Revista de Experiencias Docentes en Ingeniería de Computadore*, (9), 53-64.

Moreno Guerrero, A. J., Rodríguez Jiménez, C., Navas-Parejo, M. R. y Sola Reche, J. M. (2020). Interés y motivación del estudiantado de Educación Secundaria en el uso de Aurasma en el aula de Educación Física. *Retos*, 38, 333-340.

<http://hdl.handle.net/10045/107286>

- Moreno Martínez, N. M. y Leiva Olivencia, J. J. (2017). Experiencias formativas de uso didáctico de la realidad aumentada con alumnado del grado de educación primaria en la universidad de Málaga. *EDMETIC*, 6(1), 81-104. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5809>
- Morillo-Balsera, M. C., Souto-Iglesias, A., Molina-Sánchez, I., & Guadalupe-García, R. (2011). Timed mind maps using mindmanager & msproject for educational innovation. In *INTED2011 Proceedings* (pp. 2602-2607). IATED.
- Muela Molina, C. (2012). Aprendizaje cooperativo de la creatividad publicitaria a través de anuncios audio y/o visuales. *@tic. revista d'innovació educativa*, 8, 33-39. <https://doi.org/10.7203/attic.8.1645>
- Mullen, T. (2012). *Realidad aumentada. Crea tus propias aplicaciones*. Anaya
- Mumtaz, K., Iqbal, M. M., Khalid, S., Rafiq, T., Owais, S. M., & Al Achhab, M. (2017). An E-Assessment Framework for Blended Learning with Augmented Reality to Enhance the Student Learning. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 4419-4436. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00938a>
- Muñoz González, J. M. (2010). *Los mapas mentales como técnica para integrar y potenciar el aprendizaje holístico en la formación inicial de maestros/as* (tesis doctoral). Universidad de Córdoba.
- Muñoz González, J. M., Ariza Carrasco, C. y Sampedro Requena,

- B. E. (2015). La aplicación de los mapas mentales en educación primaria. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 4, 70-89. <https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/145%099>
- Muñoz González, J. M., Hinojosa Pareja, E. F. y Vega Gea, E. (2016). Opiniones de estudiantes universitarios acerca de la utilización de mapas mentales en dinámicas de aprendizaje cooperativo: Estudio comparativo entre la universidad de Córdoba y La Sapienza. *Perfiles Educativos*, 38(153), 136-153. <http://dx.doi.org/10.22201/iisue.24486167e.2016.153.57640>
- Muñoz-González, J.-M. Marín-Díaz, V. y Hidalgo-Ariza, M.-D. (2020a). Estudio psicométrico de una escala sobre dificultades, sentimientos y expectativas en el aprendizaje del mapa mental en educación superior. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 72(1), 85-101. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2020.01.71587>
- Muñoz González, J.-M., Marín Díaz, V. y Hidalgo Ariza, M.-D. (2020b). Validación de una escala de medida del mapa mental como estrategia de aprendizaje en la formación inicial docente. *Estudios sobre Educación*, 38, 79-100. <https://doi.org/10.15581/004.38.79-100>
- Muñoz-González, J. M., Ontoria-Peña, A. y Molina-Rubio, A. (2011). El mapa mental, un organizador gráfico como estrategia didáctica para la construcción del conocimiento. *Magis: Revista Internacional de Investigación en Educación*, 3(6), 343-361.

- Muñoz González, J. M., Sampedro Requena, B. E. y Marín Díaz, V. (2014). Los mapas mentales, una técnica para potenciar las relaciones interpersonales. *Tendencias Pedagógicas*, 24, 401-414. <http://hdl.handle.net/11162/119937>
- Muñoz González, J. M. y Serrano Rodríguez, R. (2014). El uso de mapas mentales en la formación inicial docente. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 13(2), 77-88. <http://dx.medra.org/10.17398/1695-288X.13.2.77>
- Muñoz González, J. M., Serrano Rodríguez, R. y Marín Díaz, V. (2014). El aprendizaje colaborativo y su desarrollo a través de mapas mentales. Una innovación educativa en la formación inicial docente. *Educatio Siglo XXI*, 32(1), 193-212. <https://doi.org/10.6018/j/194151>
- Muñoz González, J. M., Vega Gea, E. M. y Hidalgo Ariza, M. D. (2020). El aprendizaje del mapa mental grupal mediante las TIC en educación superior. *Educação & Sociedade*, 41, 1-16. <https://doi.org/10.1590/es.219656>
- Murillo Zamorano, L. R. (2015). Una experiencia de aprendizaje activo en economía regional y urbana. *Campo abierto: Revista de educación*, 34(1), 69-80.
- Namaziandost, E., Gilakjani, A. P., & Hidayatullah. (2020). Enhancing pre-intermediate EFL learners' reading comprehension through the use of Jigsaw technique. *Cogent Arts & Humanities*, 7(1), 1-15. <https://doi.org/10.1080/23311983.2020.1738833>
- Navarro Hinojosa, R., Rodríguez Gallego, M. R. y Barcia Moreno, M. (2006). El puzzle de Aronson: una técnica de aprendizaje

- cooperativo para la mejora del rendimiento de los alumnos universitarios. En J. M. Mesa López-Colmenar, R. J. Castañeda Barrena, L. M. Villar Angulo (coord.) *La innovación en la enseñanza superior (II)*. (pp. 465-478). Instituto de Ciencias de la Educación (Sevilla).
- Neira-Piñeiro, M. del R., Del-Moral, M. E. y Fombella-Coto, I. (2019). Aprendizaje inmersivo y desarrollo de las inteligencias múltiples en Educación Infantil a partir de un entorno interactivo con realidad aumentada. *Magister*, 31(2), 1-8. <https://doi.org/10.17811/msg.31.2.2019.1-8>
- Nieto, S y Recamán, A. (2010). Investigación y conocimiento científico en educación. En S. Nieto y M. J. Rodríguez (Coord.), *Investigación y evaluación educativa en la sociedad del conocimiento* (pp. 81-139). Aquilafuente.
- Nisa, A. F., & Rezkita, S. (2020). Mind Map implementation in integrated natural science education to improve PGSD students' creativity. *JPSD*, 6(1), 80-91. <http://dx.doi.org/10.30870/jpsd.v6i1.7233>
- Nolan, J. M., Hanley, B. G., DiVietri, T. P., & Harvey, N. A. (2018). She who teaches learns: Performance benefits of a jigsaw activity in a college classroom. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 4(2), 93-104. <https://doi.org/10.1037/stl0000110>
- Nolasco de Almeida Mello, G. y Cabero Almenara, J. (2019). Realidad aumentada en la enseñanza de hormigón reforzado: percepción de los alumnos. *Alteridad*, 15(1), 12-23. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.01>

- Noonan, M. (2013). Mind maps: Enhancing midwifery education. *Nurse Education Today*, 33(8), 847-852. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2012.02.003>
- Núñez Lira, L. A., Novoa Castillo, P. F., Majo Marrufo, H. R. y Salvatierra Melgar, A. (2019). Los mapas mentales como estrategia en el desarrollo de la inteligencia exitosa en estudiantes de secundaria. *Propósitos y Representaciones*, 7(1), 59-82. <https://doi.org/10.20511/pyr2019.v7n1.263>
- Nurmalia, A. Halim, & Syahrin, N. (2020). Application of jigsaw type cooperative learning to improve student creative thinking skills. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1460, No. 1, p. 012142). IOP Publishing.
- Nusrath, A., Dhananjaya, S. Y., Dyavegowda, N., Arasegowda, R., Ningappa, A., & Begum, R. (2019). Jigsaw Classroom: is it an effective method of teaching and learning? Student's Opinions and Experience. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 13(2), 1-4. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2019/39613.12540>
- Oliveira, B. R., Vailati, A. L., Luiz, E., Böll, F. G., & Mendes, S. R. (2019). Jigsaw: using cooperative learning in teaching organic functions. *Journal of Chemical Education*, 96(7), 1515-1518. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00765>
- Oliveira, T. M. R., & Amaral, C. L. C. (24-28 de agosto de 2020). *Aplicativo miMIND: a construção do mapa mental no ensino de ciências na pandemia COVID-19* [Comunicación]. Congreso Internacional de Educación y Tecnologías | Encuentro de Investigadores en Educación a Distancia. México.

- Ontoria, A., Gómez, J. P. y De Luque, A. (2003). *Aprender con Mapas Mentales. Una estrategia para pensar y estudiar*. Narcea.
- Ontoria, A., Gómez, J. P. y Molina, A (2007). *Potenciar la capacidad de aprender y pensar*. Narcea.
- Ontoria, A., Muñoz, J. M. y Molina, A. (2011). Influencia de los mapas mentales en la forma de ser y pensar. *Revista Iberoamericana de Educación*, 55(1), 1-15.
- Otero Ortega, A. (2018). *Enfoques De Investigación: Métodos Para El Diseño Urbano - Arquitectónico*. https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION
- Otzen, T. y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pan, Z., López, M. F., Li, C., & Liu, M. (2021). Introducing augmented reality in early childhood literacy learning. *Research in Learning Technology*, 29, 1-21. <https://doi.org/10.25304/rlt.v29.2539>
- Panggabean, W. S., Lubis, F., & Lubis, R. F. (2019). Mind Mapping on students ' writing descriptive text. *English Journal for Teaching and Learning*, 7(2), 164-174. <https://doi.org/10.24952/ee.v7i02.2233>
- Pardo, A. y Ruiz, M. (2002). *SPSS 11. Guía para el análisis de datos*. McGraw-Hill.

- Pedraza Goyeneche, C. E., Amado Plata, O. F., Lasso Cárdenas, E. y Munévar García, P. A. (2017). La experiencia de la Realidad Aumentada (RA) en la formación del profesorado en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD Colombia. *Pixel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 51, 111-131. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i51.08>
- Peña-Acuña, B., Martínez-Sala, A. M. y Felipe Morales, A. (2020). Flexibilidad en Apps de cuentos de realidad aumentada. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(EXTRA), 225-243. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4292730>
- Pérez, R., García, J. L., Gil, J. A. y Galán, A. (2009). *Estadística aplicada a la Educación*. Pearson Prentice Hall.
- Pérez-hernández, L. y Pérez Sobrino, P. (2020). La Realidad Aumentada como recurso para la enseñanza / aprendizaje de los actos de habla en las clases de primaria. In *Edunovatic 2020. Conference Proceedings: 5th Virtual International Conference on Education, Innovation and ICT, December 10-11, 2020* (pp. 1103-1108). REDINE (Red de Investigación e Innovación Educativa).
- Pérez, S. M., Robles, B. F. y Osuna, J. B. (2021). La realidad aumentada como recurso para la formación en la educación superior. *Campus Virtuales*, 10(1), 9-19.
- Peterson, C. N., Tavana, S. Z., Akinleye, O. P., Johnson, W. H., & Berkmen, M. B. (2020). An idea to explore: Use of augmented reality for teaching three-dimensional biomolecular structures. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(3), 276-282. <https://doi.org/10.1002/bmb.21341>

- Polat, Ö., Aksin Yavuz, E., & Ozkarabak Tunc, A. B. (2017). The effect of using mind maps on the development of maths and science skills. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 12(1), 32-45. <https://doi.org/10.18844/cjes.v12i1.1201>
- Polat, Ö., & Aydın, E. (2020). The effect of mind mapping on young children's critical thinking skills. *Thinking Skills and Creativity*, 38, 100743. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100743>
- Rahmaniawati, Z., & Suparman. (2020). Design of student 's worksheet based on the cooperative learning model to improve the communicative skills. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(3), 5399-5403.
- Rebollo, C., Remolar, I., Rossano, V., & Lanzilotti, R. (2021). Multimedia augmented reality game for learning math. *Multimedia Tools and Applications*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11042-021-10821-3> 1198
- Reche Urbano, E., Martín Fernández, M. A. y Vilches Vilela, M. J. (2016). La competencia literaria y comunicativa en la formación inicial del docente. Presentación de una experiencia. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 2(2), 128-137. <https://doi.org/10.20548/innoeduca.2016.v2i2.2035>
- Redondo, B., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J. A., & Sánchez Ruiz, R. (2020). Integration of Augmented Reality in the Teaching of English as a Foreign Language in Early Childhood Education. *Early Childhood Education Journal*, 48(2), 147-155. <https://doi.org/10.1007/s10643-019-00999-5>

- Redondo Domínguez, E., Sánchez Riera, A., Moya Sala, J. N. y Regot Marimon, J. (2012). La ciudad como aula digital. Enseñando urbanismo y arquitectura mediante mobile learning y la realidad Aumentada. Un estudio de viabilidad y de caso. *ACE: Architecture, City and Environment*, 7(19), 27-54. <https://doi.org/1886-4805>
- Reeves, L. E., Bolton, E., Bulpitt, M., Scott, A., Tomey, I., Gates, M., & Baldock, R. A. (2021). Use of augmented reality (AR) to aid bioscience education and enrich student experience. *Research in Learning Technology*, 29(2572). <https://doi.org/10.25304/rlt.v29.2572>
- Rego Raposo, M. y Colares da Silva, J. (2020). La realidad aumentada en el proceso de alfabetización inicial: utilización del prototipo “cards mágicos abcd+”. En *La tecnología como cambio metodológico* (pp. 1574-1579). Editorial UMA.
- Reinoso, R. (2016). Realidad aumentada posibilidades y usos educativos. *Recursos Educativos Aumentados Una oportunidad para la inclusión*, 8-29.
- Rezapour-Nasrabad, R. (2019). Mind map learning technique: An educational interactive approach. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 11(1), 1593-1597.
- Rivadulla López, J. C. y Rodríguez Correa, M. (2020). La incorporación de la realidad aumentada en las clases de ciencias. *Contextos Educativos. Revista de Educación*, 25, 237-255. <https://doi.org/10.18172/con.3865>
- Rodríguez-García, A.-M., Hinojo-Lucena, F. J. y Ágreda-Montoro, M. (2019). Diseño e implementación de una

- experiencia para trabajar la interculturalidad en Educación Infantil a través de realidad aumentada y códigos QR. *Educar*, 55(1), 59-77. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.966>
- Roig-Vila, R., Lorenzo-Lledó, A. y Mengual-Andrés, S. (2019). Utilidad percibida de la realidad aumentada como recurso didáctico en Educación Infantil. *Campus Virtuales*, 8(1), 19-35.
- Sáez-López, J.-M., Sevillano-García, M. L., & Pascual-Sevillano, M. de los Á. (2019). Application of the ubiquitous game with augmented reality in Primary Education. *Comunicar*, 27(61), 71-82. <https://doi.org/10.3916/C61-2019-06>
- Sáez-López, J. M., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J. A., & Gómez Carrasco, C. J. (2020). Augmented Reality in Higher Education: An Evaluation Program in Initial Teacher Training. *Education Sciences*, 10(26), 1-12. <https://doi.org/10.3390/educsci10020026>
- Safitri, M. A. D., Budiasih, E., & Marfu'ah, S. (2020). Mind mapping in argument-driven inquiry (ADI) model to improve students' critical thinking skills with a different prior knowledge in the topic of reaction rate. *AIP Conference Proceedings*, 020022. <https://doi.org/10.1063/5.0000755>
- Sahertian, C. D. W., Amtu, O., & Aralaha, R. (2020). Improving student cooperation skills using the jigsaw and stad model. *Journal of critical reviews*, 7(14), 229-234. <https://doi.org/10.31838/jcr.07.14.40>
- Salar, R., Arici, F., Caliklar, S., & Yilmaz, R. M. (2020). A model for augmented reality immersion experiences of university

- students studying in science education. *Journal of Science Education and Technology*, 29(2), 257-271. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09810-x>
- Salazar-jiménez, R., Barriga-Ubed, E. y Ametller-López, A. (2015). El aula como laboratorio de análisis histórico: El Nacimiento del Fascismo en Europa. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 8(2), 94-115. <https://doi.org/10.1344/reire2015.8.2826>
- San Pedro Veledo, M. B., Villalustre Martínez, L. y Herrero Vázquez, M. (2019). Diseño de un itinerario aumentado e interdisciplinar para la formación de maestros de educación primaria. *EduTec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 68, 54-69. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.68.1293>
- Sanahuja, A., Moliner, L. y Benet, A. (2020). Análisis de prácticas inclusivas de aula desde la investigación-acción participativa. reflexiones de una comunidad educativa. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 9(1), 125-143. <https://doi.org/10.15366/riejs2020.9.1.006>
- Sánchez Ambriz, M. L. (2014). Diseño y producción de cursos MOOC como estrategia de aprendizaje cooperativo en un ambiente de educación a distancia. *Didáctica, Innovación y Multimedia : DIM*, 28, 1-12.
- Sánchez García, J. M. y Toledo Morales, P. (2017). Educación Infantil y Realidad Aumentada: Primeros pasos. En R. Romero Tena, J.J. Gutiérrez-Castillo & M. Puig Gutiérrez (Coords.), *Innovación y Tecnología en Educación Infantil* (pp. 279-287). Colección Ciencias de la Educación (nº 34),

Editorial Universidad de Sevilla.

Sanz Gil, J. (2012). Adaptación de las plataformas educativas a la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). *RUE: Revista universitaria europea*, 17, 89-107.

Scaravetti, D., & Doroszewski, D. (2019). Augmented Reality experiment in higher education, for complex system appropriation in mechanical design. *Procedia CIRP*, 84, 197-202. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.04.284>

Schumacker, R. E., & Lomax, R. G. (2004). *A beginner's guide to structural equation modeling, Second edition*. Psychology press.

Seckman, C., & Van de Castle, B. (2021). Understanding Digital Health Technologies Using Mind Maps. *Journal of Nursing Scholarship*, 53(1), 7-15. <https://doi.org/10.1111/jnu.12611>

Şengül, S., & Katranci, Y. (2014). Effects of jigsaw technique on mathematics self-efficacy perceptions of seventh grade primary school students. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 333-338. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.217>

Serrano, J.M. y Calvo, M.T. (1994). *Aprendizaje Cooperativo. Técnicas y análisis dimensional*. Obra Cultural.

Shao, H. (2020). Exploration of the Application of Mind Mapping Combined with Computer Technology in Computer Teaching. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1578, No. 1, p. 012047). IOP Publishing.

Sharan, Y., & Sharan, S. (1992). *Group Investigation: Expanding*

Cooperative learning. Teacher's College Press.

- Shdaifat, S., Al-Abed Al-Haq, F., & Al-Jamal, D. (2019). The impact of an E-mind mapping strategy on improving basic stage students' english vocabulary. *Jordan Journal of Modern Languages and Literatures*, 11(3), 385-402.
- Shehada, F. H., Alsyouf, A. A., & Al-Hihi, A. (2020). Using jigsaw strategy in teaching chemistry on developing critical thinking and motivation. *Opcion*, 36(26), 1128-1142.
- Shin, H., & Gweon, G. (2020). Supporting preschoolers' transitions from screen time to screen-free time using augmented reality and encouraging offline leisure activity. *Computers in Human Behavior*, 105, 106212. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.106212>
- Simoni Rosas, C., Santillana Romero, H. y Yáñez Méndez, A. (2013). La inclusión y el aprendizaje cooperativo en la sesión de Educación Física a través del puzzle de Aronson. *La Peonza*, 8, 20-32. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4235553.pdf>
- Siregar, N. C. M., & Girsang, C. N. (2020). The effect of using jigsaw technique on students' vocabulary ability at smp swasta kartika 1-2 medan. *Journal of English Education and Teaching*, 4(1), 87-101.
- Slavin, R. E. (1977). Classroom Reward Structure: an Analytic and Practical Review. *Review of Educational Research*, 47(4), 633-650.
- Slavin, R. E. (1978). Student teams and achievement divisions: Effects on academic performance, mutual attraction, and

- attitudes. *Journal of Research and Development in Education*, 12(1), 39-49.
<http://web.ebscohost.com.ezproxy.library.wisc.edu/ehost/detail?sid=4b03dccd-9f1b-47ad-b8dc-12375856cfc9@sessionmgr12&vid=35&hid=17&bdata=JnNpdGU9ZWZWhvc3QtbGl2ZQ==#db=eric&AN=ED154020>
- Slavin, R. E. (1980). Cooperative Learning. *Review of Educational Research*, 50(2), 315-342.
<https://doi.org/10.3102/00346543050002315>
- Slavin, R. E. (1983). When does cooperative learning increase student achievement? *Psychological Bulletin*, 94(3), 429-445. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.94.3.429>
- Slavin, R. E. (1985a). *La enseñanza y el método cooperativo*. EDAMEX.
- Slavin, R. E. (1985b). *Team-Assisted Individualization: Combining Cooperative Learning and Individualized Instruction in Mathematics*. En R.E. Slavin, S. Sharan, S. Kagan, R. Hertz- Lazarowitz, C. Webb y R. Schmuck, Learning to Cooperate, Cooperating to Learn. Plenum Press.
- Slavin, R. E. (1987). *Cooperative learning: Student teams, what research says to teachers* (2nd ed). DC: Professional Library National Education Association.
- Slavin, R. E. (1995a). *Student Teams-Achievement Divisions in the Secondary Classroom*. En J.E. Pedersen y A. D. Digby (eds.), Secondary Schools and Cooperative Learning. Theories, Modles, adn Strategies. Garland Publishing, Inc.
- Slavin, R. E. (1995b). *When and Why Does Cooperative Learning*

- Increase Achievement? Theoretical and Empirical Perspectives.* En R. Hertz-Lazarowitz, y N. Miller (eds.), *Interaction in Cooperative Groups. The Theoretical Anatomy of Group Learning.* Cambridge University Press.
- Slavin, R. E. (1999). *Aprendizaje cooperativo. Teoría, investigación y práctica.* Aique.
- Slavin, R. E., Leavey, M. B., & Madden, N. A. (1986). *Team accelerated instruction: mathematics.* Watertown, MA, Chalesbridge.
- Sperry, R. (1973): *Lateral specialization of cerebral function in the surgically separated hemispheres.* en F.J. McGuigan (Ed.). *The Psychophi-siology of the thinking.* Academic Press.
- Stahl, R. (1994). *Cooperative learning in social studies: A handbook for teachers.* CA: Addison-Wesley.
- Stokhof, H., de Vries, B., Bastiaens, T., & Martens, R. (2019). Mind Map our way into effective student questioning: a principle-based scenario. *Research in Science Education*, 49(2), 347-369. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9625-3>
- Stokhof, H., de Vries, B., Bastiaens, T., & Martens, R. (2020). Using mind maps to make student questioning effective: learning outcomes of a principle-based scenario for teacher guidance. *Research in Science Education*, 50(1), 203-225. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9686-3>
- Suhendra, I., Nazillah, F., & Fratiwi, D. (21 de noviembre de 2020). *Application of mind mapping learning models to improve students ' reading skill in 4 th grade of primary school.* International Conference on Elementary Education.

Universitas Pendidikan. Indonesia.

- Sumiati, C., Zulkaidah, D. R. M., & Kaswan, K. (2019). Teaching reading comprehension using jigsaw technique. *PROJECT (Professional Journal of English Education)*, 2(4), 461-465. <https://doi.org/10.22460/project.v2i4.p461-465>
- Tarhan, L., Ayyıldız, Y., Ogunc, A., & Sesen, B. A. (2013). A jigsaw cooperative learning application in elementary science and technology lessons: physical and chemical changes. *Research in Science & Technological Education*, 31(2), 184-203. <https://doi.org/10.1080/02635143.2013.811404>
- Tecnológico de Monterrey (2015). *Radar de Innovación educativa 2015*. <https://observatorio.itesm.mx/edutrendsradar2015/>
- Tecnológico de Monterrey (2016). *Radar de Innovación educativa de preparatoria 2016*. <https://observatorio.tec.mx/edutrendsradarpreparatoria2016>
- Tejada, F. J. (2013). Profesionalización docente en la universidad: implicaciones desde la formación. *RUSC. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 10(1), 170-185. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4626737>
- Tekdal, M., & Sönmez, S. (2018). The effect of using jigsaw cooperative learning technique in teaching computer literacy on students' achievement and retention. *Çukurova Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 47(1), 37-59. <https://doi.org/https://doi.org/10.14812/cufej.398633>
- Thees, M., Kapp, S., Strzys, M. P., Beil, F., Lukowicz, P., & Kuhn, J. (2020). Effects of augmented reality on learning and

- cognitive load in university physics laboratory courses. *Computers in Human Behavior*, 108, 106316. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106316>
- Thorndike, R. M. (1997). *Measurement and evaluation in psychology and education* (6ª ed.). McMillan.
- Timmerman, M. E., & Lorenzo-Seva, U. (2011). Dimensionality Assessment of Ordered Polytomous Items with Parallel Analysis. *Psychological Methods*, 16, 209-220. <https://doi.org/10.1037/a0023353>
- Tobaja Márquez, L. M. y Gil Llinás, J. (2021). Aprender haciendo mapas conceptuales en grupos. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 103, 57-62.
- Tobaja Márquez, L. M., Gil Llinás, J., & Solano Macías, F. (2017). Collaborative learning: use of the jigsaw technique in mapping concepts of physics. *Problems of Education In The 21St Century*, 75(1), 92-101.
- Traver Martí, J. y García López, R. (2006). La técnica puzzle de Aronson como herramienta para desarrollar la competencia «compromiso ético» y la solidaridad en la enseñanza universitaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 40(4). <https://doi.org/10.35362/rie4042499>
- Turan, Z., & Atila, G. (2021). Augmented reality technology in science education for students with specific learning difficulties: its effect on students' learning and views. *Research in Science & Technological Education*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1901682>
- Uppal, V., & Uppal, N. (2020). Flipped jigsaw activity as a small

- group peer-assisted teaching learning tool in Biochemistry Department among Indian Medical Graduate: An experimental study. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(4), 337-343. <https://doi.org/10.1002/bmb.21355>
- Ural, E., Ercan, O., & Gençođlan, D. M. (2017). The effect of jigsaw technique on 6th graders' learning of force and motion unit and their science attitudes and motivation. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 18(1), 1-21.
- Urbano, D., Fátima Chouzal, M., & Restivo, M. T. (2020). Evaluating an online augmented reality puzzle for DC circuits: Students' feedback and conceptual knowledge gain. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(5), 1355-1368. <https://doi.org/10.1002/cae.22306>
- Vázquez-Cano, E., Gómez-Galán, J., Burgos-Videla, C. G. y López-Meneses, E. (2020). Realidad aumentada (RA) y procesos didácticos en la universidad: estudio descriptivo de nuevas aplicaciones para el desarrollo de competencias digitales. *Psychology, Society, & Education*, 12(2), 275-290. <https://doi.org/10.25115/psy.v12i3.2826>
- Velázquez Burgos, B., Calle M., M. y Remolina De Cleves, N. (2006). Teorías neurocientíficas del aprendizaje y su implicación en la construcción de conocimiento de los estudiante universitarios. *Tabula Rasa*, 5, 229-245.
- Velázquez, C. (2012). *La Pedagogía de la Cooperación en Educación Física*. La Peonza.
- Vidal-Balea, A., Blanco-Novoa, Ó., Fraga-Lamas, P., &

- Fernández-Caramés, T. M. (2021). Developing the next generation of augmented reality games for pediatric healthcare: an open-source collaborative framework based on arcore for implementing teaching, training and monitoring applications. *Sensors*, 21(5), 1865. <https://doi.org/10.3390/s21051865>
- Villalustre Martínez, L. (2020). Propuesta metodológica para la integración didáctica de la realidad aumentada en Educación Infantil. *EDMETIC*, 9(1), 170-187. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i1.11569>
- Villalustre Martínez, L., Del Moral Pérez, M. E. y Neira-Piñeiro, M. del R. (2019). Percepción docente sobre la Realidad Aumentada en la enseñanza de ciencias en Primaria. Análisis DAFO. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 16(3), 3201. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i3.3301
- Villarejo, A. B. (2019). Análisis motivacional respecto al aprendizaje a través de la realidad aumentada en la enseñanza de ciclos formativos. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 6, 48-63. <https://doi.org/10.6018/riite.380861>
- Wen, Y. (2020). Augmented reality enhanced cognitive engagement: designing classroom - based collaborative learning activities for young language learners. *Educational Technology Research and Development*, 69, 843-860. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09893-z>
- Williams, C., Perlis, S., Gaughan, J., & Phadtare, S. (2018).

- Creation and implementation of a flipped jigsaw activity to stimulate interest in biochemistry among medical students. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 46(4), 343-353. <https://doi.org/10.1002/bmb.21126>
- Wu, H.-Z., & Wu, Q.-T. (2020). Impact of mind mapping on the critical thinking ability of clinical nursing students and teaching application. *Journal of International Medical Research*, 48(3), 1-8. <https://doi.org/10.1177/0300060519893225>
- Yang, H., Gao, X.-B., Li, M.-H., Ye, Q., Sun, Y., & Huang, Y. (2020). The use of mind mapping in health education in extended care for children with caries. *Journal of International Medical Research*, 48(5), 1-8. <https://doi.org/10.1177/0300060519898053>
- Yapici, H. (2016). Use of jigsaw technique to teach the unit «science within time» in secondary 7th grade social sciences course and students' views on this technique. *Educational Research and Reviews*, 11(8), 773-780. <https://doi.org/10.5897/ERR2016.2728>
- Yildirim, İ., & Seckin Kapucu, M. (2020). The effect of augmented reality practices on 6th grade students' retention skills in science teaching. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 7(1), 56-71. <https://doi.org/10.21891/jeseh.744351>
- Yoon, J., & Kang, H. (2021). Interactive learning in the classroom: A mobile augmented reality assistance application for learning. *Computer Animation and Virtual Worlds*, 1-19. <https://doi.org/10.1002/cav.1989>

- Yoshida, M. (2018). Communication Jigsaw: a teaching method that promotes scholarly communication. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 13(10), 208-224. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i10.8850>
- Yousef, A. M. F. (2021). Augmented reality assisted learning achievement, motivation, and creativity for children of low-grade in primary school. *Journal of Computer Assisted Learning*, 1-12. <https://doi.org/10.1111/jcal.12536>
- Zaragoza Casterad, J., Generelo Lanaspá, E., & Julian Clemente, J. A. (2008). Innovación docente en el marco universitario: una experiencia en el contexto de la formación inicial del Maestro especialista en Educación Física. *REIFOP. Revista electrónica de investigación y formación del profesorado*, 8(4), 1-9.
- Zhang, Z., Li, Z., Han, M., Su, Z., Li, W., & Pan, Z. (2021). An augmented reality-based multimedia environment for experimental education. *Multimedia Tools and Applications*, 80(1), 575-590. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-09684-x>
- Zheng, X., Johnson, T. E., & Zhou, C. (2020). A pilot study examining the impact of collaborative mind mapping strategy in a flipped classroom: learning achievement, self-efficacy, motivation, and students' acceptance. *Educational Technology Research and Development*, 68(6), 3527-3545. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09868-0>

ANEXOS

Figura 3

Mapa Mental Aumentado Grupal Diseñado por Estudiantes del Máster Universitario en Educación Inclusiva

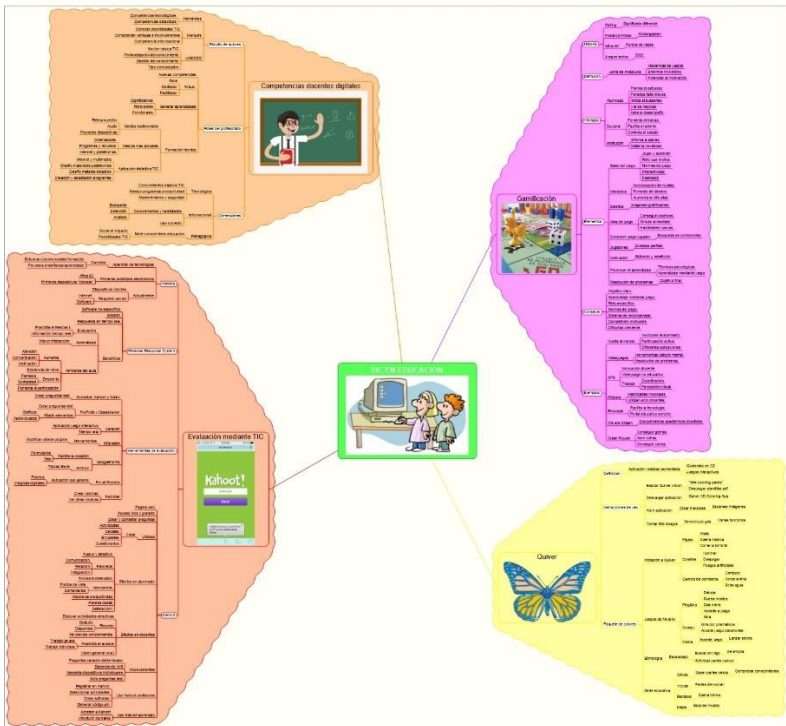


Figura 8

Mapa Mental Aumentado Grupal Diseñado por Estudiantes de 2º Grado de Educación Primaria

