

EL APRENDIZAJE EN TECNO-CIENCIA¹

Alfonso Pontes Pedrajas

(2ª Edición: Enero, 2012)

INDICE

1. INTRODUCCIÓN: CUESTIONES BÁSICAS SOBRE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
 2. DIFICULTADES DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
 3. LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO ESCOLAR EN TECNOCIENCIA
 - 3.1. El enfoque constructivista en la educación científico-técnica
 - 3.2. El modelo de aprendizaje basado en proyectos y su importancia en la educación tecnológica
 4. COMPLEJIDAD DE LOS PROCESOS COGNITIVOS: FACTORES QUE INFLUYEN EN EL APRENDIZAJE
 - 4.1. Clasificación de los factores que influyen en el aprendizaje
 - 4.2. Factores relacionados con la personalidad y las características del alumno
 - 4.3. Factores interpersonales y externos al alumno
 5. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE
 - 5.1. La función de las actividades en el proceso educativo
 - 5.2. Tipos de actividades que pueden desarrollarse en la educación científico-técnica
 6. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFÍA
- ANEXOS

¹ Para citar este trabajo: Pontes-Pedrajas, A. (2012). Aprendizaje en Tecnociencia. *Materiales didácticos de la asignatura "Aprendizaje y Enseñanza de la Tecnología" del Máster de Profesorado de Enseñanza Secundaria*. Universidad de Córdoba. Disponible en <https://helvia.uco.es/>

1. INTRODUCCIÓN: CUESTIONES BÁSICAS SOBRE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Todas las personas aprendemos cosas a lo largo de la vida, en diferentes contextos y a través de diferentes medios (la escuela, la familia, el medio natural y social, los medios de comunicación, la propia experiencia,...), pero ¿qué es el aprendizaje o qué significa aprender?

Desde una perspectiva general podemos asumir que aprender consiste en adquirir nuevos conocimientos y nuevas destrezas, a través de la reflexión y de la experiencia, mediante procesos complejos que envuelven el funcionamiento global de la mente humana (Beltrán, 1987). Por ello, el aprendizaje humano es una actividad que ha interesado desde hace tiempo a quienes investigan en terrenos tan variados como la educación, la psicología, la filosofía o las ciencias cognitivas en general, incluyendo la inteligencia artificial y las ciencias de la computación (Pozo, 1989).

La principal misión de la educación y de los sistemas educativos es ayudar a las personas a aprender y adquirir conocimientos útiles para enfrentarse a la complejidad de la vida moderna. Por ello, los procesos de aprendizaje han sido desde hace tiempo objeto importante de reflexión y análisis en el mundo educativo, pero las explicaciones que se han dado no siempre coinciden, sino que plantean nuevos interrogantes que motivan que la propia investigación abra nuevos caminos que indagar.

En el terreno educativo, la noción de aprendizaje siempre va ligada a la de enseñanza, y mucha gente las confunde, pero se trata de procesos diferentes, aunque estrechamente relacionados. Un análisis detenido de tales nociones nos obliga a establecer algunas diferencias que conviene señalar. Mientras que la idea de aprender se conecta con la adquisición y apropiación de un determinado tipo de conocimiento, la de enseñar se relaciona generalmente con la acción de transmitir ese conocimiento sin un compromiso expreso de que éste sea asimilado por otros. Pero habría que plantearse si siempre que alguien enseña hay alguien que aprende o si existe una relación lineal entre ambos procesos.

La realidad educativa nos muestra que en muchas ocasiones encontramos a los alumnos en clase ante una lección magistral del profesor sin prestar atención a sus enseñanzas, porque no comprenden sus explicaciones o porque no tienen interés en lo que escuchan. También ocurre muchas veces que hay alumnos que están atentos al mensaje recibido por parte del profesor, sin entender su contenido debido a su complejidad o a lagunas e insuficiencias en sus conocimientos previos. Estos hechos son ejemplos de procesos en lo que el profesor enseña su materia sin que se produzca aprendizaje en sus alumnos, pero a veces también ocurre que las personas consiguen aprender muchas cosas sin ayuda de buenos profesores, que les faciliten la adquisición de conocimientos.

Es evidente, por tanto, que toda enseñanza no conlleva siempre un aprendizaje. Ni siquiera una buena enseñanza garantiza que el aprendizaje se verifique en el sentido deseado. Por ello no es posible trazar relaciones lineales simplistas entre los procesos de enseñanza y aprendizaje, ya que se trata de procesos que comparten elementos comunes (objetivos, contenidos educativos, recursos,...) pero que son llevados a cabo por agentes diferentes como son el profesor (que enseña) y el alumno (que aprende). En la actualidad se tiende a contemplar la educación de calidad como una actividad compleja que integra de forma armónica y eficaz a los procesos de enseñar y aprender, dando importancia a las interacciones mutuas entre los sujetos que llevan a cabo tales procesos.

Las expectativas que las sociedades actuales ponen en los sistemas educativos requieren que los métodos de enseñanza den respuestas eficaces a las necesidades educativas y a la idiosincrasia de los procesos de aprendizaje de una población escolar compleja y diversificada. Por ello, es tan importante la formulación de modelos de enseñanza y aprendizaje integradores, que ayuden a mejorar la calidad de la educación, atendiendo a la complejidad de los procesos que se producen en el aula. Para ello es necesario partir de un análisis de las dificultades de aprendizaje de los alumnos, que permita comprender cuáles son sus necesidades y de qué forma se pueden buscar soluciones a tales dificultades a través del proceso de enseñanza.

En general el estudio de las ciencias experimentales (Física, Química, Biología, Geología,...) ha formado parte del currículum escolar de la enseñanza obligatoria desde que comenzaron a organizarse hace muchos años los sistemas educativos de todos los países. Sin embargo la incorporación de la Tecnología al sistema de enseñanza secundaria es mucho más reciente (Aitken y Mills, 1994; Gilbert, 1995). Por ello es natural que exista una tradición mayor y más prolongada en el tiempo de investigación sobre didáctica de las ciencias que en didáctica de la tecnología. Sin embargo, la ciencia y la tecnología han tenido un desarrollo histórico bastante paralelo y existen muchos elementos de conexión interdisciplinar entre tales áreas de conocimiento (Isolve, 2000), hasta el punto de que comparten muchos conceptos comunes y algunos procedimientos, sobre todo la física y la tecnología. Por otra parte, en la actualidad se está desarrollando una potente línea de investigación didáctica en torno a las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (Relaciones CTS), que supone un mayor acercamiento en el tratamiento educativo conjunto de la ciencia y la tecnología (Acevedo, 1996; Osorio, 2002).

Tales hechos hacen que en la actualidad pueda hablarse de un área de conocimiento interdisciplinar denominada “tecnociencia”, que desde el punto de vista educativo ha supuesto un trasvase de los resultados de la investigación y de los avances operados en el campo de la didáctica de las ciencias hacia la didáctica de la tecnología, lo cual ha servido para fundamentar las innovaciones e investigaciones sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje de la tecnología (Aguayo et al., 1998; Frank y Barzilai, 2006). Aunque también hay que reconocer que la didáctica de la tecnología, aunque es una disciplina de menor recorrido histórico, también ha elaborado sus propios desarrollos teóricos y ha generado aportaciones específicas, como es por ejemplo el modelo de “aprendizaje basado en proyectos” (Doval, 2001; Cenich y Santos, 2005) que a su vez están influyendo en el desarrollo de la didáctica de las ciencias.

Por tales motivos, en este trabajo utilizaremos de forma general los términos “tecnociencia” y “educación científico-técnica” para referirnos a aspectos comunes de la enseñanza y el aprendizaje de las materias relacionadas con el currículum de la tecnología y las ciencias experimentales en la educación secundaria.

2. DIFICULTADES DE APRENDIZAJE DE LOS ALUMNOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

El aprendizaje de la ciencia y la tecnología es un proceso rodeado de problemas y dificultades, lo cual se ha visto confirmado por los resultados de numerosas investigaciones didácticas que ponen de manifiesto el bajo rendimiento de los estudiantes en estas materias, relacionado con la existencia de muchas dificultades de comprensión de conceptos (sobre todo en temas comunes como mecánica y electricidad) y deficiencias en el aprendizaje de procedimientos (resolución de problemas, experiencias de laboratorio, proyectos técnicos,...). Estos temas también están relacionados con la existencia de actitudes negativas hacia el aprendizaje tales materias. Estas dificultades para adquirir conocimientos de carácter conceptual, procedimental o actitudinal

influyen a su vez en la dificultad para desarrollar las competencias básicas que se deben adquirir en la enseñanza secundaria a través de la educación científica y tecnológica.

➤ **Aprendizaje de conceptos**

El tema de las dificultades de aprendizaje significativo de conceptos es un problema central de la didáctica de la ciencia y la tecnología. Por un lado, está relacionado con la existencia de factores psicológicos y sociológicos que influyen en la construcción espontánea de concepciones alternativas (Driver et al., 1988). Por otro, está relacionado con factores de carácter pedagógico y epistemológico, como la adecuada selección de objetivos y contenidos del currículo, la metodología de enseñanza, el tipo de materiales didácticos, los criterios de evaluación y la formación del profesorado (Gil et al., 1991). En cierto modo, puede decirse que el análisis de las dificultades de aprendizaje de conceptos constituye el punto de partida para cualquier intento de innovación en la enseñanza de la ciencia y la tecnología.

La mayor parte de los investigadores están de acuerdo en relacionar las dificultades de aprendizaje de conceptos científicos y tecnológicos con la construcción y utilización de numerosas ideas intuitivas, por parte de los alumnos, que son personales y tienen en muchos casos un carácter alternativo (concepciones alternativas o erróneas), suelen ser implícitas y se manifiestan a menudo mediante un lenguaje impreciso (en el que se utilizan términos distintos de forma indiferenciada), pero parecen estar bastante arraigadas en la estructura cognitiva y se resisten a ser cambiadas de forma fácil a través de la enseñanza (son persistentes). De este modo permanecen a lo largo de diferentes niveles educativos en forma de errores conceptuales de carácter post-instruccional (Hierrezuelo y Montero, 1990; Pontes, 1999).

Se ha comprobado en numerosos estudios que, en algunos dominios cognitivos próximos a la vida cotidiana como la mecánica (Oliva, 1996) o la electricidad (Pontes y Pro, 2001), las ideas de los alumnos presentan un alto grado de extensión (o generalización) y un importante grado de consistencia, coherencia y estabilidad. En ocasiones se ha observado un cierto grado de paralelismo entre las ideas de los alumnos y ciertas hipótesis o teorías erróneas que se han propuesto a lo largo de la historia de la ciencia, como es por ejemplo el caso de las hipótesis aristotélicas sobre fuerza y movimiento. Para más información sobre las características de las ideas previas de los alumnos véase el Apéndice 1.

➤ **Aprendizaje de procedimientos**

Uno de los fines principales de la educación científica y tecnológica, que aparece en todos los grandes proyectos curriculares internacionales (Gutiérrez et al., 1990), consiste en que los alumnos se familiaricen con los métodos y procedimientos de la ciencia y la tecnología para comprender mejor cómo se construye el conocimiento científico o técnico. Se trata, no sólo de aprender conceptos, sino también de desarrollar destrezas y contenidos procedimentales en tales áreas (Pro, 1998). En la enseñanza de algunas ciencias como la física y la química las principales dificultades de aprendizaje sobre procedimientos y destrezas tienen relación con la realización de trabajos prácticos de laboratorio y con la resolución de problemas.

En diversos trabajos de análisis, sobre los trabajos prácticos, se ha señalado que los procedimientos habituales de experimentación escolar no favorecen el desarrollo de los objetivos fundamentales, como son la familiarización de los alumnos con el trabajo científico, la comprensión de la naturaleza de las ciencias, la motivación por el aprendizaje y la transformación de las concepciones erróneas en ideas científicas (Perales,

1994). En estos trabajos se hace una severa crítica del modelo tradicional de experiencias de laboratorio pues se considera que tal enfoque es rutinario, poco motivador y nada relevante, en cuanto a conseguir aprendizajes significativos o a familiarizar a los alumnos con la naturaleza creativa del trabajo científico. Esto ha llevado a diversos autores, a formular propuestas innovadoras que tienden a concebir los trabajos prácticos como procesos de descubrimiento orientado o de investigación en equipo, bajo la dirección del profesor (Gil et al., 1991).

La resolución de problemas es un objetivo básico en la enseñanza de las ciencias, pero es motivo de frecuente fracaso en materias como la física y la química. La causa de este hecho parece estar relacionada con las dificultades de aprendizaje significativo de los conceptos y también con la deficiencia de la metodología tradicional que se utiliza en la resolución de problemas (Perales, 1993). En general se asume que las soluciones pedagógicas al fracaso en la resolución de problemas deben conectarse con la elaboración de un modelo didáctico global que ayude a mejorar la comprensión de los conceptos científicos y su aplicación en situaciones problemáticas de todo tipo, aunque hay que tener en cuenta que la resolución de problemas no es sólo un problema conceptual, dada la importancia que desempeñan a veces los procedimientos de resolución (Varela y Martínez, 1997).

En lo que respecta a las dificultades de aprendizaje de procedimientos en el área de tecnología habría que resaltar la idea errónea de muchos alumnos de enseñanza secundaria de equiparar la tecnología a las manualidades o habilidades para hacer cosas (Aguayo et al., 1998). En la educación tecnológica tiene una gran importancia el aprendizaje basado en proyectos o en resolución de problemas (Doval, 2001; Cervera, 2011a; 2011b) y un proyecto tecnológico no sólo requiere cierta habilidad manual, sino que requiere el uso de destrezas intelectuales relacionadas con la capacidad de análisis, la comprensión de los fundamentos teóricos del sistema tecnológico a desarrollar y de la función concreta que desempeña cada parte del sistema. También se ponen en juego otras destrezas como la capacidad de representación gráfica necesaria para elaborar un esquema o dibujo del sistema tecnológico implementado en el proyecto (Alemán et al., 1994; Vázquez y Alarcón, 2010).

➤ **Aprendizaje de actitudes y valores**

Una buena parte de los problemas de aprendizaje y de bajo rendimiento en ciencia y tecnología tiene su origen en la falta de interés y motivación hacia el estudio y el conocimiento de tales materias, lo cual establece la obligación pedagógica de prestar atención al problema de las actitudes negativas hacia la ciencia o la tecnología y el aprendizaje científico de tales disciplinas. Diversas investigaciones muestran una evolución negativa de la actitud de los alumnos hacia la clase de ciencias al aumentar la edad y el nivel educativo (Osborne et al., 1998), lo cual influye en el interés por la propia ciencia y por su aprendizaje. Aunque en este tema de las actitudes influyen notablemente los aspectos metodológicos, otra vía de explicación posible es que el currículo de ciencia y tecnología, en los niveles superiores, va adquiriendo cada vez mayor carga teórica y mayor grado de abstracción, alejándose de los aspectos prácticos y de las aplicaciones de la ciencia y la técnica en el medio sociocultural cotidiano de los alumnos (Escudero, 1990). El problema de las actitudes pone de manifiesto que, además de las necesidades de cambio metodológico, es necesario desarrollar iniciativas que traten de relacionar el desarrollo del currículo de ciencia con las aplicaciones en la técnica y la sociedad (Vázquez y Manassero, 1997).

➤ **Desarrollo de competencias básicas**

Las dificultades de aprendizaje de conceptos y procedimientos científico-técnicos durante la educación secundaria y la existencia de actitudes poco favorables al estudio de la ciencia y la tecnología tienen una repercusión directa a la hora de desarrollar las siguientes competencias, que se podrían adquirir a través de la *educación tecnológica*.

- *Conocimiento e interacción con el mundo físico*: Las dificultades de aprendizaje de conceptos y procedimientos originan problemas para llegar a conocer el funcionamiento y la aplicación de objetos, procesos, sistemas y entornos tecnológicos, para manipular objetos con precisión y seguridad, para utilizar el proceso de resolución técnica de problemas en la satisfacción de necesidades tecnológicas o para analizar y valorar las repercusiones medioambientales de la actividad tecnológica.

- *Competencia matemática*: Las dificultades de aprendizaje de procedimientos originan problemas para llegar a aplicar técnicas de medición, escalas, análisis gráfico y cálculos de magnitudes físicas o técnicas.

- *Tratamiento de la información y competencia digital*: Las dificultades de aprendizaje de conceptos y procedimientos originan problemas para llegar a utilizar de forma adecuada información verbal, símbolos y gráficos, para manejar tecnologías de la información con soltura en la obtención y presentación de datos, para simular procesos tecnológicos y para aplicar herramientas de búsqueda, procesamiento y almacenamiento de información.

- *Comunicación lingüística*: Las dificultades de aprendizaje de conceptos originan problemas para llegar a adquirir y utilizar adecuadamente el vocabulario científico y tecnológico, o para elaborar informes técnicos utilizando la terminología adecuada.

- *Otras competencias generales*: Las dificultades de aprendizaje en el terreno actitudinal originan problemas para desarrollar la capacidad de tomar decisiones de forma fundamentada, para analizar la interacción histórica entre desarrollo tecnológico y el cambio socio económico, para adquirir valores de tolerancia y respeto (en la gestión de conflictos, la discusión de ideas y la toma de decisiones), para comprender la necesidad de la solidaridad y la interdependencia social mediante el reparto de tareas y funciones, para desarrollar el sentido de la estética, la funcionalidad y la ergonomía de los proyectos realizados, valorando su aportación y función dentro del grupo sociocultural donde se inserta, para desarrollar la autonomía personal en la búsqueda, análisis y selección de información necesaria para el desarrollo de proyectos técnicos, para utilizar la creatividad de forma autónoma a la hora de idear soluciones a problemas tecnológicos y de valorar sus alternativas y consecuencias, o para desarrollar la iniciativa, el espíritu de superación, el análisis crítico y autocrítico y la perseverancia ante las dificultades que surgen en un proceso tecnológico.

3. LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO ESCOLAR EN TECNOCENCIA

3.1. El enfoque constructivista en la educación científico-técnica

El enfoque educativo más tradicional, y que todavía practica la mayor parte del profesorado, es el que se basa en el modelo de enseñanza por transmisión y recepción, donde el profesor muestra verbalmente los conocimientos sobre su materia y los alumnos reciben la información, tratando de asimilarla de la mejor forma

posible. Este modelo didáctico está muy arraigado entre los docentes porque es el que han visto practicar durante muchos años a la mayoría de sus profesores, porque es bastante sencillo de aprender o de llevar a la práctica y, sobre todo, porque mantiene al profesorado como elemento central de la actividad educativa.

El enfoque transmisivo se basa, fundamentalmente, en la clase magistral, apoyándose en recursos clásicos como el libro de texto, la pizarra y la proyección de textos e imágenes sobre una pantalla, con ayuda de diferentes medios audiovisuales. Este modelo didáctico se fundamenta en una visión asociacionista de los procesos de aprendizaje, donde ocupa un papel central la función de la memorización de la información recibida, pero no explica de forma satisfactoria cómo aprenden ciencia y tecnología los alumnos, cómo se originan nuevos conocimientos y cómo influyen las interacciones sociales en el aprendizaje, sobre todo en un contexto condicionado por el problema de la diversidad del alumnado que existe actualmente en los centros de enseñanza secundaria. El modelo de enseñanza por transmisión y recepción puede ser útil en la enseñanza universitaria, o en contextos educativos en los que hay que proporcionar mucha información en poco tiempo y se dispone de alumnos capaces de asimilar toda esa información. Sin embargo, resulta ineficaz para mejorar la motivación del alumnado de secundaria por el aprendizaje o para cambiar las numerosas concepciones alternativas que presentan la mayoría de los alumnos en muchos temas del currículum escolar de ciencia y tecnología, antes y después de la instrucción (Gil et al., 1991).

Como principal alternativa al enfoque didáctico tradicional, basado en la transmisión y en la memorización, se ha consolidado durante las últimas décadas el *constructivismo* (Driver, 1988), que puede considerarse como un marco teórico amplio e integrador, basado en sólidos fundamentos de carácter epistemológico, psicológico y pedagógico (Coll et al., 1993; Carretero, 1994). El enfoque educativo constructivista permite interpretar la complejidad de los procesos de aprendizaje, integrando otras aportaciones teóricas como la teoría del aprendizaje significativo (Ausubel et al., 1983; Novak, 1988), la teoría del cambio conceptual (Posner et al., 1982) o el modelo de aprendizaje por investigación (Gil et al., 1991). También ha servido para orientar y fundamentar la mayoría de las investigaciones didácticas e innovaciones realizadas en la educación científica y tecnológica de los últimos tiempos.

Las principales características del enfoque educativo constructivista son las siguientes: a) considerar al alumno como protagonista del proceso de aprendizaje; b) tener en cuenta las motivaciones e ideas previas de los alumnos en el aprendizaje; c) organizar el desarrollo del currículum en torno a un programa de actividades que favorezcan el aprendizaje significativo; d) considerar el papel que desempeña la interacción social en el aprendizaje, favoreciendo el trabajo en equipo y la organización adecuada del trabajo en el aula; e) considerar la evaluación como instrumento de reflexión y mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Las implicaciones didácticas del modelo constructivista para el profesorado de ciencia y tecnología son numerosas y complejas. El profesor debe conocer las características del alumnado (ideas previas, dificultades de aprendizaje, actitudes y motivaciones,...), debe diseñar un proceso de enseñanza que favorezca la motivación del alumnado y el aprendizaje significativo (selección de contenidos, elaboración de materiales didácticos, diseño de actividades, utilización de recursos y estrategias innovadoras,...), debe gestionar el desarrollo de las actividades de enseñanza y aprendizaje en el aula fomentado el trabajo en grupo, la interacción social y la participación del alumnado, pero al mismo tiempo debe tratar de atender a la diversidad del alumnado y ayudar a superar las dificultades de aprendizaje. La labor del profesorado en este enfoque educativo resulta, sin duda alguna, mucho más compleja y difícil de desarrollar que en el enfoque tradicional, donde el rol del profesor es mucho más simple y menos arriesgado. Por tanto, es lógico comprender que el constructivismo se mantenga todavía como un enfoque teórico orientador de la investigación y la innovación educativa, pero en realidad los planteamientos metodológicos constructivistas no se han generalizado

suficientemente en la práctica docente. Para obtener más información sobre el constructivismo y las teorías cognitivas que han influido en su desarrollo véase el Apéndice 2.

3.2. El modelo de aprendizaje basado en proyectos y su importancia en la educación tecnológica

El modelo de *aprendizaje basado en proyectos* para la educación tecnológica tiene un fundamento teórico próximo a los modelos de aprendizaje por descubrimiento y de aprendizaje por investigación (que se describen con cierta extensión en el Apéndice 2). Estos modelos surgieron en el contexto de la educación científica (Pozo y Gómez, 1998), planteando la posibilidad de que los alumnos realicen en el aula procesos de aprendizaje que imitan (a pequeña escala) a los procesos que realizan los científicos (investigación y descubrimiento). Trasladando este enfoque a la educación tecnológica ha surgido el modelo de aprendizaje basado en proyectos, en el que se considera que los alumnos han de realizar proyectos educativos tratando de imitar (a pequeña escala) al quehacer de los ingenieros cuando desarrollan un proyecto tecnológico (Doval, 2001; Reyes et al., 2002; Cenich y Santos, 2005; Cervera, 2011a). Este enfoque educativo ha tenido gran aplicación en la enseñanza de la tecnología y de la informática, pero también tiene bastantes conexiones con el “*modelo de aprendizaje basado en la resolución de problemas*” que tuvo su origen inicial en la formación universitaria de profesionales de ciencias de la salud.

En la actualidad el modelo de aprendizaje basado en proyectos puede considerarse como una forma concreta de aplicar los principios del enfoque constructivista a la enseñanza y aprendizaje de la tecnología, porque se trata de centrar los objetivos del aprendizaje en la realización de un proyecto tecnológico que se enuncia al inicio de la actividad y que los alumnos deben tratar de llevar a cabo en grupo, aprendiendo para ello lo que sea necesario, tanto en el terreno conceptual y procedimental como en el desarrollo de valores y competencias (Vázquez y Alarcón, 2010). Para ello es necesario que los alumnos realicen una serie de actividades de aprendizaje ligadas a las siguientes etapas:

- Identificar las ideas previas o los conocimientos que poseen sobre el tema y que les pueden ser útiles para realizar el proyecto con éxito, e identificar también los conocimientos que deberían adquirir para su realización.
- Establecer un plan de aprendizaje para adquirir esos nuevos conocimientos y ejecutar el plan de aprendizaje.
- Cuando se dispone de los conocimientos necesarios para realizar el proyecto es necesario buscar los recursos materiales y llevar a cabo los procesos necesarios para la realización del proyecto.
- Evaluar el funcionamiento del sistema tecnológico desarrollado en el proyecto y sacar conclusiones sobre lo que se ha aprendido.

En la enseñanza de la Tecnología utilizando este enfoque se repite este proceso hasta que se alcanzan todos los objetivos de aprendizaje establecidos por el profesor para el desarrollo del curso. El rol del profesor consiste esencialmente en buscar buenos proyectos (que obliguen al alumnado a adquirir los conocimientos y habilidades que se hayan establecido como objetivos del curso) y ayudar a los alumnos en el establecimiento y seguimiento del plan de aprendizaje. En la medida en que los alumnos desarrollan sus proyectos (en el aula o en el taller) ponen en juego sus ideas y sus conocimientos, trabajan en equipo, desarrollan procedimientos y destrezas (de carácter intelectual y manual), resuelven problemas y, en definitiva, construyen conocimientos científicos y tecnológicos de forma activa.

En el modelo de aprendizaje basado en proyectos se observa la influencia de otras teorías cognitivas anteriores (Pozo, 1989), que han contribuido a la emergencia del enfoque educativo constructivista (Driver, 1988; Coll et al., 1993), donde se contempla el aprendizaje como el resultado de sucesivas construcciones mentales y se considera que los alumnos aprenden activamente construyendo conocimientos (conceptos, procedimientos y actitudes), a partir de sus ideas previas y a través de la interacción comunicativa con las informaciones procedentes de muchas fuentes (el profesor, los recursos educativos, los propios compañeros, etc.).

4. COMPLEJIDAD DE LOS PROCESOS COGNITIVOS: FACTORES QUE INFLUYEN EN EL APRENDIZAJE

En el contexto educativo aprender significa adquirir nuevos conocimientos, destrezas y valores que ayuden al alumnado a comprender mejor la realidad que les rodea, a formarse como ciudadanos de una sociedad compleja y a adquirir instrumentos cognitivos que les sirvan para desarrollar una profesión en el futuro.

Cuando se pretende explicar *cómo se produce el aprendizaje escolar*, nos encontramos inicialmente con el hecho de la diversidad del alumnado en las aulas y de que toda persona posee unos rasgos diferenciados o características personales que influyen mucho en los procesos de aprendizaje. De hecho toda persona que aprende ha de considerarse como una unidad biológica, psíquica y social, en interacción, que es diferente e irreplicable, que es dinámica o que está en constante evolución y que construye su propio conocimiento y su propia personalidad a través de la interacción con el medio educativo, familiar y social (Castillejo, 2008).

La complejidad que introduce el factor de la diversidad hace que la explicación de cómo los alumnos y alumnas llegan a producir nuevos aprendizajes no sea un tema fácil, ya que en realidad intervienen muchos factores diferentes cuando las personas aprenden en un contexto escolar. Con relación al problema de la adquisición de nuevos conocimientos los investigadores han elaborado diversas interpretaciones cognitivas y se han formulado diferentes teorías educativas o modelos didácticos (Pozo y Gómez, 1998).

Algunas de las teorías sobre el aprendizaje escolar que han influido en el desarrollo de la educación científico-técnica se resumen en otro documento (ver Apéndice 2), entre las cuales habría que destacar el enfoque del *aprendizaje por recepción y asociación* (que sirve de fundamento al modelo didáctico más tradicional, basado en la transmisión verbal de conocimientos por parte del profesorado) y el enfoque *constructivista* (que pone su acento en la necesidad de ayudar al alumnado a construir nuevos conocimientos, mediante actividades que permitan reflexionar y modificar sus ideas previas). Un enfoque intermedio entre ambos modelos puede encontrarse en la *teoría del aprendizaje significativo* de Ausubel (1983), que concede gran importancia a los conocimientos previos de los alumnos durante el aprendizaje pero se admite la posibilidad de aprender de forma significativa mediante un proceso de enseñanza transmisiva muy bien estructurado, basado en el diseño de buenos materiales didácticos y en el desarrollo de estrategias o recursos que ayuden a reflexionar durante el proceso de aprendizaje, como pueden ser los mapas conceptuales (Novak y Gowin, 1988; Pontes, 2008). Para obtener más información sobre el tema de los mapas conceptuales y el aprendizaje significativo véase el Apéndice 3.

En general, en el aprendizaje influyen numerosas variables personales e interpersonales (Beltrán, 1987; Escaño y Serna, 1992), cuyo papel se ha puesto de manifiesto en los numerosos estudios sobre la

naturaleza de los procesos cognitivos (Pozo, 1989; Ortega, 2005). Antes de pasar a analizar el papel que desempeñan tales variables en el aprendizaje hay que indicar que el número de factores posibles a considerar puede ser elevado y que existen varias formas de clasificar tales factores.

4.1. Clasificación de los factores que influyen en el aprendizaje

Los factores o variables que determinan los procesos de aprendizaje de la ciencia y la tecnología en la educación secundaria pueden clasificarse atendiendo, en primer lugar, a la distinción entre factores internos o externos al sujeto que aprende:

(A) Factores internos o personales

Dentro de las variables internas o factores individuales que afectan al aprendizaje se podrían distinguir dos subcategorías:

- *Factores cognitivos*: desarrollo intelectual, memoria, experiencia anterior, conocimientos previos y concepciones personales, potencial de aprendizaje, habilidades cognitivas (mentales y manuales), estrategias de aprendizaje, ...
- *Factores ligados a la personalidad*: autoestima, capacidad de esfuerzo, capacidad de buscar ayuda, expectativas, actitudes, motivaciones,...

(B) Factores externos

Dentro de las variables externas o factores contextuales que afectan al aprendizaje se podrían distinguir también dos subcategorías:

- *Factores curriculares*: contenidos de la enseñanza, acción docente del profesorado, recursos educativos, evaluación,...
- *Factores interpersonales*: interacciones sociales en el aula, contexto familiar y cultural, medios de comunicación social,...

La influencia en el aprendizaje de muchos de estos factores ya se ha comentado anteriormente al analizar los procesos cognitivos y los diferentes enfoques teóricos. Por otra parte, no siempre resulta fácil separar la influencia de tales variables, ya que en la práctica muchos de estos factores están estrechamente relacionados entre sí. Por ejemplo, las actitudes e intenciones están bastante condicionadas por las características individuales del alumno como son el desarrollo intelectual y cognitivo, la experiencia y los conocimientos previos, la motivación, las habilidades, o la propia personalidad (donde influyen otras variables como autoconcepto, autocontrol, dependencia de campo, etc.) y por las características del contexto en el que se desenvuelve el alumno como son el ambiente familiar, la organización del centro y del aula, el estilo docente del profesorado, los contenidos educativos, la forma de evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje,...

Por ello, cuando se pretende que el alumnado desarrolle aprendizajes significativos, se debe identificar claramente la función que desempeñan tales factores en la formación de actitudes e intenciones en el estudiante, y reflexionar profundamente sobre la selección de las estrategias educativas que condicionan ese

proceso (Castillejo, 2008). Pasamos a continuación a analizar algunos de los aspectos que tienen mayor influencia en el aprendizaje de la ciencia y la tecnología (sobre todo en la educación secundaria obligatoria), formulando diversas orientaciones dirigidas a fomentar la construcción significativa de conocimientos escolares. Por motivos de espacio no vamos a analizar aquí todos los posibles factores, sólo los más relevantes, y por ello vamos a atender a una clasificación más simple que la anterior, que nos permita diferenciar básicamente entre los factores relacionados con la actividad y características personales del alumno (ideas previas, habilidades cognitivas, potencial de aprendizaje, motivación,...) y posteriormente se analizarán otros factores de carácter externo al alumno (contexto educativo e interacciones sociales, los contenidos del currículum, la acción del profesorado, la evaluación,...).

4.2. Factores relacionados con la personalidad y las características del alumno

Entre los factores internos (o debidos a la personalidad del alumno) que más influyen en el aprendizaje de la ciencia y la tecnología se encuentran la motivación individual, los conocimientos previos, el procesamiento de la información, el potencial de aprendizaje, las funciones mentales y, sobre todo, los hábitos de estudio y las estrategias cognitivas personales del sujeto que aprende.

➤ ***Las ideas y conocimientos previos de los alumnos***

En la mayoría de las teorías cognitivas que sirven de base al enfoque educativo constructivista se pone de manifiesto el papel determinante que desempeñan los conocimientos previos y las concepciones personales en el proceso de aprendizaje de la ciencia y la tecnología (Driver 1983). Toda la investigación educativa realizada sobre este tema muestra que las ideas previas poseen un valor funcional para los alumnos y que su contenido suele diferir de las explicaciones científicas, que son estables en el tiempo y resistentes al cambio, que tienen cierta coherencia (sobre todo en dominios como la mecánica o la electricidad), que son compartidas por alumnos de la misma edad y grupo social y que pueden llegar a bloquear el aprendizaje si no son tenidas en cuenta (Driver et al., 1989).

Por tanto, antes de iniciar cualquier proceso de enseñanza que pretenda alcanzar un aprendizaje de carácter significativo, se deben identificar cuáles son las concepciones previas más consistentes y trabajar en el aula con las representaciones de los alumnos, adoptando un enfoque didáctico que ayude a superar los obstáculos epistemológicos del aprendizaje y contribuya a aproximar las ideas intuitivas hacia concepciones científicas, mediante procesos de cambio conceptual. El hecho de que al explorar dichas representaciones nos encontremos con la existencia de un buen número de concepciones alternativas, junto a otras que están más próximas a las ideas científicas, puede servir para diseñar las estrategias educativas encaminadas a propiciar la ampliación, modificación y sustitución de tales concepciones por ideas más adecuadas. Para obtener más información sobre las características de ideas previas de los alumnos y el papel que desempeñan en los procesos de aprendizaje puede consultarse el Apéndice 1.

➤ ***Procesamiento de la información: aspectos de carácter sensorial y psicológico***

El origen de las ideas de un sujeto acerca de un tema concreto está bastante relacionado con la forma de procesar información y, por tanto, en este proceso influyen tanto los aspectos sensoriales como las estrategias cognitivas internas utilizadas por cada persona al aprender (Beltrán, 1987). Así pues, en el proceso

de generación de nuevas ideas influyen una serie de factores de carácter sensorial y psicológico como las siguientes:

- a) *El pensamiento está guiado por la percepción*: Los niños y adolescentes basan su razonamiento en las características observables de una situación problemática y parecer ser que en esto también contribuimos los profesores cuando pretendemos que vean el mundo exclusivamente a través de los modelos científicos.
- b) *Enfoque limitado de los problemas*: En muchos casos los alumnos se centran únicamente en los aspectos más relevantes de una situación y no tienen en cuenta otras variables que resultan importantes. Tienen cierta propensión a interpretar los fenómenos más por sus propiedades absolutas que por la interacción entre los elementos de un sistema, y también presentan cierta tendencia a centrarse en los cambios o transformaciones más que en los estados de equilibrio de los sistemas.
- c) *Utilización de conceptos no diferenciados y dependencia del contexto*: Se ha comprobado que en muchos casos las ideas de los estudiantes tienen connotaciones muy amplias y que dentro de tales connotaciones utilizan unos significados u otros en función de cada situación, mientras que las nociones científicas suelen encontrarse claramente diferenciadas. Por otra parte, hay veces en que los alumnos utilizan ideas distintas para interpretar situaciones que el científico explicaría del mismo modo.
- d) *Razonamiento causal*: Los alumnos utilizan razonamientos de causalidad lineal-simple, por considerar que una causa determinada produce un efecto concreto en una sola dirección. Encuentran dificultades, por tanto, en considerar la simetría o reversibilidad de las interacciones entre sistemas.
- e) *Razonamiento analógico*: Una de las formas posibles de elaborar nuevos esquemas consiste en utilizar el razonamiento analógico a partir de modelos conocidos. Por tanto si los alumnos carecen de ideas específicas para comprender un nuevo conocimiento, es posible que se vean obligados a activar por analogía una concepción que resulte potencialmente útil para dotar de significado esa nueva información.

Los aspectos señalados influyen notablemente en la elaboración de ideas sobre ciencia y tecnología por parte de los alumnos (tanto en la fase previa como durante el proceso de instrucción), de modo que las actividades de enseñanza deberían tener en cuenta tales aspectos, sobre todo en determinados temas del currículum donde los alumnos utilizan con frecuencia el razonamiento superficial (enfoque limitado) o lineal-causal (p.e. los circuitos de corriente eléctrica).

➤ **Potencial de aprendizaje**

El concepto de “potencial de aprendizaje” hace referencia a las posibilidades que tiene un alumno de aprender y está relacionado con las ideas de Vigotsky (1979). Surge como una llamada de atención sobre las posibilidades de aprender que tiene un alumno cuando interactúa precisamente con el medio y puede entenderse como un encuentro del aprendizaje cognitivo con el aprendizaje social contextualizado. Algunas implicaciones educativas relacionadas con el potencial de aprendizaje son las siguientes: a) Todas las personas, sobre todo las edades tempranas, poseen un amplio potencial de aprendizaje. b) La inteligencia se desarrolla por medio del aprendizaje, de modo que la enseñanza debe favorecer el desarrollo intelectual mediante actividades orientadas a ese fin. c) La enseñanza debe estar en función del aprendizaje, es decir, la enseñanza tiene sentido si consigue el paso del aprendizaje potencial al aprendizaje real. d) El proceso de enseñanza debe facilitar que cada alumno pueda construir, elaborar y relacionar conceptos poniendo en

práctica diversos recursos y estrategias. La enseñanza, entendida desde esta perspectiva, propicia que los alumnos “*aprendan a aprender*” (Novak y Gowin, 1988).

➤ **La motivación**

La motivación es un componente activo que impulsa y determina la conducta del alumno hacia el proceso de enseñanza y aprendizaje (Bruner, 1984). En general, depende del nivel de aspiraciones, de las expectativas o de las reivindicaciones de una persona cuando se plantea realizar una determinada tarea. Los motivos para aprender pueden ser variados, unos de procedencia y consistencia externa (motivación extrínseca) y otros que nacen de la curiosidad por aprender del propio individuo (motivación intrínseca). Suele afirmarse que los aprendizajes memorísticos suelen depender más de los motivos externos, mientras que los aprendizajes significativos están apoyados en motivos internos.

El enfoque constructivista basado en el desarrollo de actividades de aula puede ayudar a resolver algunos problemas de la enseñanza, porque el aprendizaje activo favorece el interés por la educación (Driver, 1988). Además de facilitar el uso y desarrollo de la memoria intelectual o la adquisición de aprendizajes funcionales, este modelo sitúa al alumno en las mejores condiciones para que su motivación surja de sí mismo, es decir, que sea intrínseca. La motivación intrínseca a su vez facilita y refuerza la reconceptualización.

La investigación educativa ha puesto de manifiesto que el alumnado que evoluciona normalmente en su motivación por la enseñanza, va pasando de motivos extrínsecos (época de niñez y primeros años de adolescencia) a motivos intrínsecos (adolescentes y jóvenes). No es raro que -durante el aprendizaje- un adolescente motivado actúe por causas como las siguientes: tener curiosidad por aprender, disfrutar aprendiendo cosas interesantes, ser una persona eficaz en el cumplimiento de las tareas, apreciar la actividad de profundizar el contenido de las asignaturas, prepararse para desarrollar unos estudios o una profesión interesante, apreciar la idea de llegar a valerse por uno mismo,...

➤ **Las funciones mentales del sujeto que aprende**

En la teoría del aprendizaje significativo la adquisición de conceptos bien comprendidos e integrados en la estructura cognitiva se considera un factor esencial (Ausubel et al., 1983), pero difícilmente se podría dar la reconceptualización que este tipo de aprendizaje implica si no se ejercitaran determinadas funciones mentales. Ciñéndonos a las que se pueden practicar en el aula, podemos señalar las siguientes funciones por orden de complejidad cognitiva: a) observar y comparar, b) ordenar y clasificar, c) analizar y sintetizar, d) interpretar, inferir, transferir y representar, e) evaluar.

El profesor debería tener en cuenta tales funciones a la hora de programar el trabajo en el aula de manera que impregnen las actividades escolares. Esta sería una forma adecuada para que los alumnos vayan desarrollando -de forma activa-, las necesarias habilidades cognitivas para aprender significativamente.

➤ **Los hábitos de estudio y las estrategias cognitivas personales**

Los procesos de aprendizaje pueden realizarse en diferentes momentos y mediante actividades diferentes. Los alumnos no sólo aprenden en el aula, porque en el aprendizaje también interviene de forma fundamental el trabajo que realizan en el lugar habitual de estudio (su casa o la biblioteca), desarrollando las

tareas diarias que proponen los profesores, repasando los contenidos desarrollados en clase, consultando diversas fuentes de información para aclarar dudas (libros de texto, diccionarios o enciclopedias, Internet,...), pidiendo ayuda a otras personas (padres, hermanos, compañeros, profesores auxiliares en clases particulares,...), organizando su cuaderno de trabajo y, sobre todo, preparando los exámenes.

En el estudio que los alumnos realizan fuera del aula intervienen como **factores determinantes del aprendizaje** los *recursos propios* (calidad de los apuntes tomados por el alumno, libros de texto, ordenadores y las ayudas complementarias de otras personas), los *hábitos de estudio* (mayor o menor tiempo dedicado a las tareas y a la preparación de exámenes) y, sobre todo, las *estrategias cognitivas* que utiliza cada persona para aprender, entre las cuales podemos citar las siguientes:

- Lectura comprensiva y subrayado de textos
- Consulta de fuentes de información para ampliar conocimientos
- Resúmenes de temas de libros o de apuntes
- Realización de organigramas, esquemas o mapas conceptuales
- Realización de ejercicios de aplicación de los conceptos aprendidos
- Ejercitación de la memoria: repetición de aspectos estudiados, revisión mental del conocimiento adquirido,...
- Metacognición o reflexión sobre el propio conocimiento (sobre lo que se sabe y lo que no se sabe)

4.3. Factores interpersonales y externos al alumno

Entre los factores externos al alumno que más influyen en el aprendizaje de la ciencia y la tecnología se encuentran aquellos que están estrechamente ligados a las funciones que planifica o ejerce el profesorado (programación y desarrollo del currículum, diseño de actividades, acción docente, organización del aula o evaluación) de forma directa o a otros factores de carácter social (contexto y lenguaje) que también están muy influenciados por la acción del profesorado.

➤ ***El diseño y desarrollo del currículum***

Toda la actividad cognitiva que implica la construcción de aprendizajes significativos no se podría llevar a cabo si el currículum actuase como obstáculo. Ello puede ocurrir en casos como los siguientes:

- *Desajuste entre contenidos del currículo y la capacidad del alumno:* En muchas ocasiones las dificultades de aprendizaje surgen por insuficiente desarrollo cognitivo o por la inexistencia de conceptos bien diferenciados en situaciones de enseñanza. Ante la escasa capacidad de abstracción para entender determinados conceptos, los alumnos utilizan su pensamiento concreto para fijarse en los aspectos observables de las situaciones, de forma que inducen el conocimiento tal y como se observa de la realidad inmediata.
- *Materiales didácticos o metodología inadecuada:* Los libros de texto inducen a veces la producción de confusiones y errores, pero el problema esencial es que apenas incluyen actividades adecuadas para ayudar a transformar las ideas espontáneas en ideas científicas. Este aspecto parece estar

relacionado con la hipótesis de que las ideas erróneas de los alumnos se originan a partir de la metodología de la superficialidad.

En el marco teórico constructivista se considera que el currículum no puede limitarse a la mera adquisición de conocimientos y conceptos académicos, sino que ha de incluir otros aspectos necesarios para el desarrollo del alumno como persona, tales como las habilidades, las estrategias, las actitudes y los valores (Carretero, 1994). Sólo un currículum abierto y flexible, en el que se puede variar objetivos, contenidos, metodología y formas de evaluar, podrá adaptarse a las características y necesidades de los alumnos, que son diversas. La metodología docente y la evaluación son elementos del currículum que han de tenerse en cuenta en el diseño curricular y en la programación de la enseñanza, pero son factores lo suficientemente importantes como para abordarlos de forma específica (Coll, 1989).

➤ **La acción docente del profesorado**

Uno de los factores que más influye en el proceso educativo es la acción del profesorado, porque puede servir para ayudar a aprender y mejorar la motivación del alumnado o puede servir para conseguir el efecto contrario, cuando el proceso de enseñanza realizado no se adapta a las necesidades de aprendizaje del alumnado (Gimeno y Pérez Gómez, 1983). En el enfoque educativo socioconstructivista la acción del *profesor es sumamente necesaria*, porque su intervención es fundamental para realizar aquellas actividades que el alumno no podría resolver por sí solo.

Para ayudar a superar las dificultades de aprendizaje del alumnado el profesor debe actuar de una forma reflexiva y crítica (Perrenoud, 2004), de manera que los distintos momentos de su actuación (programación de objetivos, diseño de actividades de aprendizaje, manejo de recursos, trabajo en el aula, evaluación, etc.) permitan adoptar una serie de decisiones de carácter metodológico en las que se tengan en cuenta los siguientes aspectos derivados del modelo educativo constructivista: a) Conocimiento de las características de su alumnado; b) Adaptación de la propuesta de actividades a tales características; c) Revisión del proceso de enseñanza-aprendizaje; d) Transformación de las propias reflexiones en propuestas de cambio que ayuden a mejorar el diseño y el desarrollo del currículo y que repercutan en la mejora del aprendizaje de todos los alumnos del grupo.

Otras características relevantes del perfil profesional de un profesorado comprometido con este modelo educativo son las siguientes:

- *Planificador y preparador* de contenidos (selección y secuenciación), de estrategias y de las interacciones que se pretenden establecer en el grupo de alumnos. La planificación debe partir del conocimiento de los saberes previos y del grado de desarrollo de las capacidades de los alumnos y prever las formas de estar con ellos, asistiéndolos en sus procesos de aprendizaje.
- *Eficaz mediador* entre el alumno y la materia que tiene que aprender. La mediación pide al profesor que seleccione la información y la haga llegar al alumnado de la manera más motivadora posible. Así se conseguiría que el aprendizaje sea significativo y estimule el potencial de aprendizaje de cada alumno.
- *Estimulador* de preguntas y un *guía* para ayudar a que cada alumno configure su propia respuesta.
- *Investigador y agente reflexivo* de los procesos educativos que se producen en el aula.

➤ **Actividades de aprendizaje**

Uno de los principales factores externos, que dependen de la planificación y la acción docente del profesorado, y que favorecen en mayor medida la construcción de conocimientos significativos en ciencia y tecnología es la realización de tareas o actividades de aprendizaje. En general las actividades de aprendizaje son elaboradas por el profesor, para ser realizadas por los alumnos en el aula o fuera del aula, de modo que pueden ser consideradas como factores externos. Pero el alumno también puede realizar por su cuenta actividades de aprendizaje, relacionadas con sus hábitos de estudio (tales como resúmenes, esquemas, búsquedas de información, ejercicios voluntarios,...) que pueden considerarse como factores internos. En general, las actividades de aula que diseña el profesor se consideran como uno de los factores principales para la mejora de los procesos de aprendizaje (Driver, 1988) y, por tanto, se analizarán de forma específica en un apartado posterior de este trabajo.

➤ **Las condiciones de trabajo en el aula**

Para que el profesor pueda enseñar, y los alumnos puedan aprender, es necesario que exista un buen ambiente de trabajo en el aula, evitando los factores disruptivos de la convivencia y manteniendo el orden como medio básico para favorecer la interacción fructífera y la comunicación eficaz (Ortega, 2005). Por ello el profesor debe aprender a desarrollar capacidades de *liderazgo educativo* y de *autoridad docente* (intelectual y moral), que le permitan:

- *Controlar las situaciones difíciles* que puedan surgir en el aula (conflictos, falta de orden o de respeto, perturbación de la convivencia,...) con respuestas adecuadas a cada situación
- *Propiciar un buen ambiente de trabajo y una buena organización del aula*, planificando con previsión las actividades a realizar y teniendo en cuenta las capacidades y características personales de sus alumnos.
- *Ser tutor y orientador de los procesos educativos*, desarrollando la capacidad de atender a la diversidad del alumnado, mediante el diseño de actividades de enseñanza-aprendizaje adecuadas.

➤ **Contexto en el que se realiza el aprendizaje: las interacciones sociales**

El aprendizaje hay que entenderlo como una conducta vivenciada y significativa para el alumnado, por lo que hay que tener muy en cuenta el contexto concreto donde dicho aprendizaje se produce. La consideración de la perspectiva conceptual no se agota en la actividad mental protagonizada por individuos considerados aisladamente. Llevándola a las relaciones sociales que se dan en el aula, se observa que esta perspectiva conceptual se manifiesta en intercambios socioculturales, que establecen relaciones recíprocas de causalidad, de manera que unos alumnos aprenden de otros. En la vida del aula, el profesor y el alumno son procesadores activos de información y elaboradores de comportamientos, pero no como individuos aislados, sino como miembros de una institución cuya intencionalidad y organización crea un clima de intercambio y genera roles o patrones de comportamiento individual, grupal y colectivo.

Las distintas interacciones que se dan en el aula (profesor-alumnos, alumno-alumno) han generado enfoques teóricos, analizados anteriormente, que explican aspectos importantes del aprendizaje. En concreto, de la teoría de Vygostki (1979) sobre aprendizaje y desarrollo cognitivo se derivan importantes ideas a tener en cuenta:

- La inteligencia, como la conciencia, es un producto social en cuya formación intervienen decisivamente el aprendizaje y el uso de signos (instrumentos de mediación): *Las personas que rodean al alumno no son sujetos pasivos de su desarrollo.*
- En la mediación mental de los alumnos hay que tener en cuenta no sólo lo que cada uno es capaz de resolver por sí solo, sino *lo que es capaz de resolver con otros.*
- El profesorado, y en general los adultos, con su función mediadora del aprendizaje, facilitan la adquisición de la cultura social y sus usos, tanto cognitivos como lingüísticos: *El mediador es insustituible.*
- La zona de desarrollo próximo (ZDP) muestra las funciones que aún no han madurado, pero que pueden desarrollarse por medio de la enseñanza y el aprendizaje. La acción docente del profesorado debe intervenir precisamente en la ZDP.

Aquí adquiere surge otra vez la necesidad de que el profesor conozca las ideas previas de los alumnos para tener una idea lo más precisa posible de la zona de desarrollo real y de la zona de desarrollo potencial de los mismos. El método de enseñanza que requiere la construcción de conocimientos significativos debe, pues, introducir una situación de diálogo.

➤ ***El papel del lenguaje en los procesos educativos***

Los trabajos influenciados por la teoría de Vygotski han puesto de manifiesto que las creencias predominantes sobre numerosos hechos y fenómenos se asimilan en el propio entorno social a través de diversos mecanismos de transmisión cultural, en los que interviene como variable fundamental el *lenguaje*. A medida que el niño crece y accede al lenguaje como medio de comunicación con los demás, se van modificando sus interpretaciones y generan nuevas concepciones (Giordan y Vecchi, 1988). En algunos de estos trabajos se muestran las diferencias existentes entre el vocabulario característico del conocimiento científico y el lenguaje utilizado en la vida cotidiana, afirmando que el hecho de que en ésta última se utilicen muchos términos científicos con significados diferentes (a veces ambiguos y en muchos casos intercambiables), puede ser la causa de una buena parte de las dificultades de aprendizaje de los alumnos. En definitiva, el lenguaje que se utiliza de forma específica en el ámbito escolar se considera como una de las causas frecuentes de dificultades de aprendizaje, aunque pueden contemplarse dos posibles situaciones: que el alumno no entienda el lenguaje utilizado por el profesor o bien que el profesor no adapte su lenguaje a las capacidades de los estudiantes.

➤ ***La evaluación***

Un proceso de evaluación que no valore adecuadamente el trabajo realizado por el alumno puede ser altamente desmotivador e influir negativamente en el proceso educativo (Gutiérrez et al., 1990). Ya se ha comentado que el aprendizaje significativo no sólo se preocupa de que el alumnado adquiera conceptos y habilidades referidas a cualquier materia, sino que adquiere todo su valor cuando facilita la adquisición de aquellas estrategias que desarrollan la capacidad para transferir las habilidades de una tarea a otra. En este enfoque cobra importancia el papel de la evaluación formativa, que no se restringe a la comprobación de los rendimientos de un alumno, sino que favorece las actividades de reflexión conjunta profesor-alumnos, para que éstos adquieran y desarrollen la conciencia de cómo están estableciendo relaciones significativas entre conceptos y cómo pueden controlar y regular su propio proceso de aprendizaje (Pontes, 2008).

El enfoque formativo de la evaluación supone establecer un proceso de diálogo, entre el profesor y el alumnado, orientado a analizar conjuntamente los distintos elementos que integran el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por tanto, es importante evaluar y analizar los aspectos siguientes: a) Los objetivos educativos que se han propuesto y la relación de los mismos con los contenidos de la enseñanza que se han trabajado; b) Las actividades programadas para conseguir dichos objetivos y los medios que se utilizaron en el desarrollo del tema; c) La calidad del aprendizaje final y las mejoras que habría que introducir en próximos temas para que el proceso de enseñanza-aprendizaje resulte más efectivo.

De esta manera, el alumnado interviene también activamente en la evaluación y la conciencia que adquiere le lleva a interiorizar que el aprendizaje es algo de lo que tiene que responsabilizarse. Este tipo de evaluación es una manera idónea para transferir a los alumnos la responsabilidad de su propio aprendizaje.

5. ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

5.1. La función de las actividades en el proceso educativo y sus características generales

Aunque el constructivismo puede ser un marco teórico problemático y difícil de llevar a la práctica educativa de forma generalizada (Sebastiá, 1989), hay que reconocer que algunos de los principios básicos de este enfoque han tenido una influencia importante en la mejora de la educación científica y tecnológica. En concreto, hay que destacar la importancia que se concede actualmente al diseño y desarrollo de actividades de enseñanza y aprendizaje en todos los proyectos curriculares o en los procesos de formación y selección del profesorado de enseñanza secundaria. Por tanto, sin descartar también los momentos en los que el profesor explica y sirve como centro de atención, hoy día todo el mundo asume la necesidad de desarrollar en el aula tareas en las que los alumnos trabajen y aprendan de forma activa, guiados por la actuación del profesor y los materiales de aprendizaje.

Las actividades constituyen un conjunto de acciones coordinadas y desarrolladas en el marco de una programación de aula o de una unidad didáctica. Según César Coll (1989) toda secuencia de actividades debería incorporar los siguientes rasgos: a) Permitir la intervención docente para adaptarla a la diversidad del alumnado, estableciendo diversos niveles de dificultad; b) Favorecer la búsqueda y reconocimiento de problemas vinculados a los contenidos del tema; c) Fomentar la expresión de las ideas de los alumnos y la elaboración de informes y conclusiones; d) Promover la reflexión, el debate y la participación activa del alumnado en el proceso de aprendizaje.

En general las actividades de aprendizaje deberían caracterizarse por los siguientes aspectos:

- *Claridad*: Los alumnos deben saber lo que tiene que hacer y cómo hacerlo.
- *Suficiencia*: Las actividades deben ser suficientes en número, equilibradas e idóneas para atender a las necesidades del alumnado.
- *Motivación*: Es bueno que las tareas sean novedosas, con objeto de estimular la motivación del alumnado, evitando la rutina o la sensación de monotonía.
- *Diversidad*: Deben atender a la diversidad del alumnado, planteando un cierto ámbito de optatividad en las actividades o combinando situaciones de trabajo que impliquen la participación individual y colectiva.
- *Gradación*: Las actividades deben presentar distintos grados de dificultad, ajustándose a los ritmos

individuales de aprendizaje.

Un rasgo específico de especial interés para la enseñanza de la ciencia y la tecnología, a la hora de diseñar actividades de aula, es partir de situaciones problemáticas de potencial interés para el alumnado, proporcionando así un contexto que favorezca la motivación y la actitud investigadora (Oliva, 2008). Otras recomendaciones sobre el diseño de actividades de aula en tecnociencia son las siguientes:

- Que las tareas sean verdaderamente significativas para los alumnos; es decir, que encajen con el perfil de sus intereses y conocimientos.
- Que tengan relevancia para su vida diaria, lo que probablemente implique mayor familiaridad y aplicabilidad.
- Que se presenten de modo desafiante, como una curiosidad, un interrogante, una paradoja o un hecho sorprendente que favorezca una
- Que inviten a los alumnos a tomar decisiones en vez de limitarse a seguir recetas preestablecidas, que tengan que aprenderse de manera rutinaria.

5.2. Tipos de actividades que pueden desarrollarse en la educación científico-técnica

Las actividades de aprendizaje que pueden realizarse en la educación científico-técnica, en el marco de una programación de aula, pueden ser de diferentes tipos. La mayoría de los autores coinciden en señalar como posibles tipos de actividades a incluir en una programación didáctica las siguientes: Introducción-motivación, evaluación de conocimientos previos, desarrollo, lectura, ampliación, refuerzo, evaluación final y recuperación (Ramírez Fernández et al., 2010). Otros autores consideran que existen diversos tipos de actividades de desarrollo o aplicación de conocimientos que permiten desarrollar diferentes objetivos educativos y que conviene diferenciar.

En general, las actividades de aprendizaje se pueden clasificar con arreglo al desarrollo secuencial de una unidad didáctica, en la que podemos distinguir a grandes rasgos las siguientes etapas: *Iniciación, introducción de nuevas ideas, aplicación y recapitulación o revisión* (Oliva, 2008). A continuación se describen algunos de los principales tipos de actividades que se pueden incluir en tales etapas:

➤ **Actividades de iniciación**

La fase de iniciación está enfocada a contextualizar el tema, a organizar el contenido que se va a desarrollar, a motivar a los alumnos y propiciar situaciones en las que puedan expresar sus ideas previas. Dentro de las actividades de iniciación a un tema podemos distinguir diferentes tipos, según los objetivos que se deseen alcanzar y del tiempo disponible:

- *Tareas de motivación*: Son preguntas iniciales que tratan de focalizar la atención del alumnado en torno al tema que se va a estudiar y que suelen aludir a la conexión del tema con aspectos cotidianos o de interés social.
- *Exploración de conocimientos previos*: Los conocimientos previos del alumno constituyen un elemento básico a la hora de fundamentar cualquier aprendizaje posterior. En muchos casos forman el punto de partida para construir nuevos conocimientos y hay temas en los que los alumnos presentan numerosas concepciones alternativas, generadas de forma intuitiva que pueden dificultar el aprendizaje significativo si no llegan a explicitarse.

- *Presentación global del tema:* Es una actividad que corresponde hacer al profesor y que consiste en presentar un esquema global del tema (preferiblemente en forma de *mapa conceptual*), a modo de organizador previo, para mostrar el itinerario cognitivo que se va a realizar durante su desarrollo y destacar los objetivos que se presenten alcanzar.

➤ **Actividades de introducción de nuevas ideas**

Todo aprendizaje supone adquirir conocimientos e integrar nuevas ideas en la mente, en un proceso de reestructuración de los conocimientos previos del sujeto que aprende. La introducción de nuevas ideas en las clases de ciencia y tecnología se puede hacer a través de diferentes actividades:

- *Explicaciones del profesor:* En cualquier modelo didáctico, ya sea transmisivo o constructivista, es necesaria la acción del profesor para introducir conceptos, explicar fenómenos, interpretar hechos, describir sistemas complejos o realizar deducciones que el alumno no podría hacer por sí mismo. En un enfoque de enseñanza activa, las explicaciones del profesor deben ser breves, claras y deben apoyarse en el uso de medios de comunicación como la pizarra o la proyección de textos e imágenes mediante medios audiovisuales. Tales explicaciones deben combinarse con preguntas al alumnado que fomenten la participación y la aclaración de dudas.
- *Utilización de otras fuentes de información:* Los alumnos en el aula pueden adquirir nuevos conocimientos leyendo documentos elaborados o seleccionados por el profesor, consultando el libro de texto o páginas Web (si se dispone de ordenadores en el aula). Las actividades de lectura en el aula deben ser individuales, breves y deben estar seguidas de tareas de síntesis, de debate y de aclaración de ideas.
- *Tareas de conflicto cognitivo:* En algunos temas del currículum de ciencia y tecnología, como pueden ser la mecánica o la electricidad, se sabe que los alumnos de todos los niveles poseen ideas previas erróneas o concepciones alternativas que pueden dificultar notablemente el aprendizaje significativo de tales temas. En tales casos puede ser útil diseñar tareas que cuestionen sus ideas iniciales mediante situaciones de conflicto cognitivo, para favorecer la toma de consciencia y la necesidad de cambio conceptual.

➤ **Actividades de aplicación**

Las ideas que se introducen en la educación científico-técnica poseen en muchas ocasiones un alto grado de abstracción o de dificultad de comprensión para el alumnado de enseñanza secundaria, porque además suelen estar relacionadas con la utilización del lenguaje matemático o del lenguaje simbólico que se utiliza en esquemas y modelos de sistemas tecnológicos (como es el caso de los circuitos eléctricos). Por ello es necesario, que tras introducir un conjunto de nuevas ideas se realicen actividades en el aula que permitan verificar si los alumnos han integrado tales ideas en su mente y si han experimentado un aprendizaje comprensivo. En el campo de la educación científico-técnica existe una amplia gama de tareas relacionadas con la aplicación de los conocimientos adquiridos, como pueden ser las siguientes:

- *Cuestiones relacionadas con el aprendizaje de conceptos:* Pueden ser cuestiones abiertas (o de otro formato) que permitan verificar si los alumnos han comprendido una ley o una relación entre varios conceptos, o si han captado los matices de un concepto complejo, o si saben diferenciar entre varios conceptos relacionados entre sí. También pueden ser cuestiones orientadas a interpretar hechos o

explicar el funcionamiento de sistemas o artefactos. Tales cuestiones se pueden diseñar para favorecer el trabajo en grupo o pueden ser formuladas oralmente por el profesor para establecer un diálogo socrático con diferentes alumnos a nivel del aula.

- *Resolución de ejercicios y problemas*: Muchos de los conceptos que se utilizan en ciencia y tecnología se expresan a través de relaciones matemáticas (fórmulas) o a través del lenguaje icónico (esquemas, dibujos, gráficos,...), de modo que es necesario realizar tareas que pongan al alumno en situación de aplicar tales conocimientos en la resolución de ejercicios sencillos y problemas de mayor envergadura.

➤ **Actividades de recapitulación**

Al finalizar el desarrollo de un tema es importante realizar una serie de actividades que permitan revisar lo aprendido, aclarar aspectos incomprendidos, adquirir una visión global del tema o profundizar en aspectos que puedan resultar de interés para el alumnado. Estas actividades se pueden realizar en aula o en otros lugares como el laboratorio escolar, el aula taller, la sala de ordenadores, la biblioteca o la casa del alumno. Entre las actividades que se pueden realizar al finalizar un tema se encuentran algunas de las ya mencionadas, como *cuestiones y problemas* de carácter complementario que permitan seguir aplicando los conocimientos adquiridos y reforzando la comprensión de los conceptos aprendidos, pero en el campo de la educación científico-técnica también es conveniente propiciar el desarrollo de otros tipos de actividades como son las siguientes:

- *Trabajos prácticos en el laboratorio o en el aula-taller*: Tales actividades tienen la importante misión de ayudar al alumnado a familiarizarse con el trabajo científico. En el caso concreto de las ciencias es importante el desarrollo de experiencias de laboratorio para la verificación de leyes o trabajos prácticos concebidos como pequeñas investigaciones, que permiten hacer hipótesis, diseño de experimentos, control de variables, análisis de resultados, etc. En el caso de la tecnología es importante realizar trabajos prácticos en el aula taller que permitan a los alumnos aprender a manejar herramientas e instrumentos o adquirir destrezas de carácter procedimental.
- *Proyectos tecnológicos*: En la educación tecnológica se ha puesto de manifiesto la importancia del modelo de aprendizaje basado en proyectos, como instrumento de motivación, de integración de ideas y de familiarización con el trabajo tecnológico. Ello se lleva a cabo mediante actividades tales como el análisis de objetos y sistemas técnicos o el diseño y construcción de proyectos tecnológicos (estas actividades se tratarán ampliamente en un tema posterior relacionado con los métodos de enseñanza de la tecnología).
- *Actividades basadas en el uso educativo de las TICs*: Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación presentan importantes ventajas para la educación, ya que permiten realizar numerosas actividades de tipo práctico e interactivo relacionadas con el aprendizaje de la ciencia y la tecnología, como pueden ser el desarrollo de experiencias virtuales, la simulación de fenómenos, el análisis de procesos y sistemas tecnológicos, la resolución de problemas por ordenador, o simplemente la consulta en internet de cualquier tema de interés para el aprendizaje de la ciencia y la tecnología.
- *Mapas conceptuales*: Son actividades que ayudan a realizar una representación estructural de las ideas de una persona sobre un tema, favoreciendo la reflexión, el metaconocimiento, la visión espacial y la recuperación de información almacenada en la memoria. Los mapas conceptuales se pueden

realizar en el aula como actividades de aprendizaje significativo, tanto de forma individual como en grupo, tras la lectura de un texto o la explicación de un profesor, pero también los pueden realizar los alumnos en su casa como actividad de revisión y síntesis de un tema (ver Apéndice 3).

- *Actividades de autoevaluación:* Al finalizar un tema conviene que los alumnos realicen tareas diversas de autoevaluación, mediante cuestiones de tipo test o ejercicios con solución para conocer el nivel de conocimientos adquiridos y tratar de buscar soluciones a las posibles deficiencias de aprendizaje.
- *Tareas complementarias de atención a la diversidad:* Finalmente el profesor puede aconsejar a los alumnos el desarrollo en casa de actividades complementarias de diferentes tipos según sus necesidades específicas. Para los alumnos con necesidades educativas especiales y mayores deficiencias pueden tratarse de *tareas de refuerzo* (cuestiones y ejercicios), pero para los alumnos con mayor nivel de conocimientos pueden tratarse de *tareas de ampliación* y profundización en los conocimientos adquiridos.

6. SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

En este trabajo se parte de la importancia que tiene, para la formación del profesorado, la comprensión de los procesos de aprendizaje en ciencia y tecnología para poder mejorar la enseñanza de tales materias. Por ello se han analizado los principales tipos de dificultades que encuentran los alumnos de enseñanza secundaria en el aprendizaje de la ciencia la tecnología, junto con los principales factores que influyen en el origen de tales dificultades y las orientaciones pedagógicas a seguir por el profesorado para ayudar al alumnado a superar tales dificultades. Entre los factores que influyen poderosamente en los procesos de aprendizaje habría que destacar los conocimientos previos, la motivación del alumno, la acción docente del profesor en el aula (expresada a través de la selección de contenidos y el diseño de actividades para orientar el trabajo del alumnado), los hábitos de estudio y estrategias cognitivas personales de los estudiantes y, también, el tipo de evaluación que puede desempeñar un papel motivador o desmotivador.

Como instrumentos para la mejora del proceso educativo se han expuesto las características del modelo de aprendizaje basado en proyectos, que puede considerarse como una ejemplificación del enfoque constructivista en el campo de la educación científica y tecnológica, y finalmente se han analizado las funciones educativas de las actividades de aprendizaje y los principales tipos de actividades que pueden utilizarse en la educación científico-técnica.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEVEDO, J.A. (1996). La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS. Una cuestión problemática. *Revista Interuniversitaria de formación del Profesorado*, 26, pp.131-144.
- AGUAYO GONZÁLEZ, F. y Otros (1998): *Didáctica de la tecnología: fundamentos del diseño y desarrollo del currículum tecnológico*. Editorial Tébar
- AITKEN, J. y MILLS, G. (1994). *Tecnología creativa: recursos para el aula*. Ed. Morata. Madrid.
- AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. y HANESIAN, H. (1983). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México. Trillas.

- BADIA, A. y GARCÍA, C. (2007). Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*. <http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/>
- BELTRÁN, J. (1987). *Aprender a aprender: estrategias cognitivas*. Madrid. Cincel.
- BRUNER, J. (1984). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid: Alianza.
- CARRETERO, M. (1994). *Constructivismo y Educación*. Zaragoza: Luis Vives.
- CASTILLEJO, J. (2008). Procesos de aprendizaje: factores que influyen e implicaciones educativas. En A. PONTES (Coord.): *Aspectos generales de la formación psicopedagógica del profesorado de enseñanza secundaria*, pp. 167-192. Servicio de Publicaciones de la UCO: Córdoba
- CENICH, G. y SANTOS, G. (2005). Propuesta de aprendizaje basado en proyectos y trabajo colaborativo: experiencia de un curso en línea. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7 (2). <http://redie.uabc.mx/>
- CERVERA, D. (2011a). *Tecnología. Complementos de Formación Disciplinar*. Barcelona: Graó
- CERVERA, D. (2011b). *Enseñanza y Aprendizaje (o Didáctica) de la Tecnología*. Barcelona: Graó
- CERVERA, D. (2011c). *Tecnología. Investigación, innovación y buenas prácticas*. Barcelona: Graó
- COLL, C. (1989). *Aprendizaje escolar y construcción del conocimiento*. Barcelona. Paidós.
- COLL, C., y OTROS. (1993). *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- DOVAL. L. (1997). *Resolución de situaciones problemáticas*. Buenos Aires: INET.
- DOVAL. L. (2001). *Tecnología: Estrategia Didáctica*. Buenos Aires: FAMSA
- DRIVER, R. (1983). *The pupils as scientist*. Open University Press, Milton Keynes.
- DRIVER, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), pp.109-120
- DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHIE, A. (1988). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.
- ESCAÑO, J. y SERNA, M. G. de la (1992). *Cómo se aprende y cómo se enseña*. Barcelona. Horsori.
- ESCUADERO, T. (1990). ¿Es la física un punto de inflexión didáctica? *Educación abierta*, 94: Aspectos didácticos de física y química, 4, pp.11-44 (ICE, Universidad de Zaragoza).
- FRANK, M. & BARZILAI, A. (2006). Project-Based Technology: Instructional strategy for developing technological literacy. *Journal of Technology Education*. 18 (1), pp. 39-53. En <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/>
- GIL, D., CARRASCOSA, J., FURIÓ, C. y MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1991). *La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*. Barcelona: ICE-Horsori.
- GILBERT, J (1995). La educación tecnológica: una nueva asignatura en todo el mundo. *Enseñanza de las Ciencias*. 13
- GIMENO, J. y PÉREZ GÓMEZ, A. I. (Coords.) (1983). *La enseñanza: su teoría y su práctica*. Madrid. Akal.
- GIORDAN, A. y VECCHI, G. (1988). *Los orígenes del saber*. Sevilla: Diada.
- GUTIÉRREZ, R., MARCO, B., OLIVARES, E. y SERRANO, T. (1990). *Enseñanza de las ciencias en la educación intermedia*. Madrid: Rialp.
- HIERREZUELO, J. y MONTERO, A. (1990). *La ciencia de los alumnos*. Velez- Málaga: Elzevir.

- ISOLVE, M. (2000). *Historia de la ciencia y la tecnología*. Buenos Aires: Limusa.
- NOVAK, J.D. (1988). Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), pp.213-223.
- NOVAK, J. D. y GOWIN, D. B. (1988). *Aprendiendo a aprender*. Barcelona. Martínez Roca.
- OLIVA, J.M. (1996). Estudios sobre la consistencia de las ideas de los alumnos en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), pp.87-92.
- OLIVA, J.M. (2008). Metodología y recursos educativos: Diseño de materiales didácticos y actividades de aprendizaje. En A. PONTES (Coord.): *Aspectos generales de la formación psicopedagógica del profesorado de enseñanza secundaria*, pp. 193-216. Servicio de Publicaciones de la UCO: Córdoba
- ORTEGA RUIZ, R. (2005). *Psicología de la enseñanza y desarrollo de personas y comunidades*. México: FCE.
- OSBORNE, J., DRIVER, R. y SIMON, Sh. (1998). Attitudes to science: issues and concerns. *School Science Review*, 79 (288), pp.27-34.
- OSORIO, C. (2002). La educación científica y tecnológica desde el enfoque en ciencia, tecnología y sociedad. Aproximaciones y experiencias para la educación secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, Nº 28, pp. 61-81. En <http://www.rieoei.org/>
- PERALES, F.J. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*. 11(2), pp.170-178.
- PERALES, F.J. (1994). Los trabajos prácticos y la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), pp.122-125.
- PERRENOUD, P. (2004). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar*. Barcelona: Graó.
- PONTES, A. (1999). *Aportaciones al estudio de las concepciones personales de los estudiantes en electromagnetismo e implicaciones en la didáctica de la física*. Tesis Doctoral. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba
- PONTES, A. (2008, Coord.): *Aspectos generales de la formación psicopedagógica del profesorado de enseñanza secundaria*. Servicio de Publicaciones de la UCO: Córdoba
- PONTES, A. y PRO, A. (2001). Concepciones y razonamientos de expertos y aprendices sobre electrocinética: consecuencias para la enseñanza y la formación de profesores. *Enseñanza de las ciencias*, 19 (1), pp. 103-121
- POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W. Y GERTZOG, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change, *Science Education* , 66 (2), pp.221-227.
- POZO, J.I. (1989). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Morata.
- POZO, J.I. y GÓMEZ, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- PRO BUENO, A. (1998). ¿Se pueden enseñar los contenidos procedimentales en la clase de ciencias? *Enseñanza de las ciencias*, 16(1), pp.21-42.
- RAMÍREZ FERNÁNDEZ, M.B. y Otros (2010). *Tecnología: Programación didáctica y unidades didácticas de 3º ESO*. Alcalá de Guadaira (Sevilla): Editorial MAD.
- REYES, A., MELERO, J.J. y ROMÁN, J.M. (2002). Didáctica de la Tecnología. En P. Azcárate (Coord.): *Materiales para la formación del profesorado de secundaria*. Universidad de Cádiz.
- SEBASTIÁ, J.M. (1989). El constructivismo: un marco teórico problemático. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), pp.158-161.

- VARELA, P. y MARTÍNEZ, M.M. (1997). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la física: la resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), pp.173-188.
- VÁZQUEZ, A. y MANASSERO, M.A. (1997). Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), pp.199-214.
- VÁZQUEZ ALONSO, A. y ALARCÓN, M.A. (2010). *Didáctica de la Tecnología*. Madrid: Ed. Síntesis
- VYGOTSKI, L.S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Crítica.

APÉNDICE 1

LAS IDEAS PREVIAS DE LOS ALUMNOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

El tema de las dificultades de aprendizaje de conceptos es un problema central de la didáctica de la ciencia y la tecnología. Por un lado, está relacionado con la existencia de factores psicológicos, epistemológicos y sociológicos que influyen en la construcción espontánea de concepciones alternativas. Por otro, se ha constatado que el aprendizaje significativo de conceptos científico-técnicos está muy relacionado con factores de carácter pedagógico, como son la adecuada selección de objetivos y contenidos del currículo, la metodología de enseñanza, el tipo de materiales didácticos, los criterios de evaluación y la formación del profesorado. En cierto modo, puede decirse que el análisis de las dificultades de aprendizaje de conceptos y la búsqueda de estrategias didácticas para la superación de las mismas constituye el punto de partida para cualquier intento de mejora de la educación científico-técnica.

La mayor parte de los investigadores están de acuerdo en relacionar las dificultades de aprendizaje de conceptos científicos y tecnológicos con la construcción y utilización de numerosas *ideas intuitivas*, por parte de los alumnos, que son personales y tienen en muchos casos un carácter acientífico, por lo que se conocen como concepciones erróneas o esquemas alternativos (cuando se trata de ideas relativamente estructuradas). Las ideas previas de los alumnos suelen ser implícitas y se manifiestan a menudo mediante un lenguaje impreciso, en el que se utilizan términos distintos de forma indiferenciada. En muchos casos las ideas espontáneas de los alumnos parecen estar bastante arraigadas en la estructura cognitiva y se resisten a ser cambiadas a través de la enseñanza tradicional, de modo que permanecen a lo largo de diferentes niveles educativos, en forma de errores conceptuales de carácter post-instruccional, constituyendo concepciones alternativas verdaderamente persistentes.

En algunos dominios cognitivos próximos a la vida cotidiana como la mecánica o la electricidad, se ha comprobado mediante numerosos estudios que las ideas de los alumnos presentan un alto grado de extensión o generalización y un importante grado de consistencia, coherencia y estabilidad. En ocasiones también se ha observado un cierto grado de paralelismo entre las ideas de los alumnos y ciertas hipótesis o teorías erróneas que se han propuesto a lo largo de la historia de la ciencia, como es por ejemplo el caso de las hipótesis aristotélicas sobre fuerza y movimiento, o la consideración del calor como un fluido invisible (calórico) que pasa de unos cuerpos a otros, o la idea de que la electricidad era un fluido invisible que se mueve a través de los conductores.

El carácter alternativo de las ideas intuitivas de los alumnos, aparte del carácter erróneo de sus contenidos, se basa también en otras diferencias respecto al conocimiento científico, ya que suelen ser inductivas mientras que las teorías científicas tienden a ser deductivas y demostrables por la experiencia. Los alumnos utilizan esquemas de relación causal lineal y simple en sus razonamientos, mientras que las explicaciones científicas se basan en una causalidad múltiple y compleja. Los alumnos suelen expresar ideas muy específicas, porque tienden a centrarse en lo concreto de los hechos y fenómenos, mientras que las ideas científicas son generales y tienden a explicar el máximo número posible de hechos. Finalmente, las ideas intuitivas de los alumnos buscan sobre todo la utilidad inmediata, con objeto de ser empleadas en situaciones concretas y les basta con alcanzar un resultado que les parezca satisfactorio. Por el contrario, las ideas científicas buscan la verdad y su objetivo principal es comprender globalmente la naturaleza de los sistemas que son objetos de estudio.

El origen de las ideas intuitivas de los alumnos sobre ciencia y tecnología es diverso, ya que en su elaboración influyen factores de diversa índole: *sensorial* (para explicar el funcionamiento de la realidad cotidiana que se percibe a través de los sentidos), *social* (el entorno cultura transmite a los individuos un conjunto de creencias compartidas que se transmiten a través del lenguaje cotidiano) y *psicológico* (por ejemplo el razonamiento analógico, que permite trasvasar ideas por analogía desde un dominio de conocimiento a otro diferente).

APÉNDICE 2

Programa-guía de actividades (para la reflexión y el debate en el aula)

A1. Introducción a los procesos de aprendizaje: Cuestiones iniciales para la reflexión y el debate

- a) *En el área de ciencia y tecnología ¿enseñar siempre implica aprender? ¿Enseñar es un arte?*
- b) *¿El profesor debe conocer cómo aprenden sus alumnos o solo importa saber enseñar?*
- c) *¿Qué significa aprender Ciencia y Tecnología (Tecnociencia) en el contexto de la educación secundaria?*
- d) *¿Aprenden de igual forma todos los alumnos de secundaria? ¿Qué factores influyen en el aprendizaje de las materias de Tecnología en dicha etapa educativa?*
- e) *¿Cómo enseñan Tecnología los profesores de secundaria o qué método utilizan con más frecuencia? ¿Es un método sencillo de aplicar o presenta dificultades de algún tipo? ¿Es útil para todo tipo de alumnos?*
- f) *¿Cómo influye la actitud y la motivación del alumno en el aprendizaje de las asignaturas de ciencia y tecnología? ¿Puede el profesor influir en tales aspectos o sólo dependen del alumno?*
- g) *¿Qué significa el término “aprendizaje significativo” en el contexto de la educación científica y tecnológica? ¿Cómo se puede favorecer este tipo de aprendizaje?*
- h) *¿Qué son las ideas de los alumnos sobre la ciencia y la tecnología, ya sean previas o generadas durante el aprendizaje? ¿Cómo influyen tales ideas en los procesos educativos en la etapa de secundaria? ¿Es necesario tener en cuenta tales ideas en la enseñanza y aprendizaje de estas materias?*

A2. Ideas para mejorar la calidad de los procesos de aprendizaje en Tecnología

- a) *¿Cuáles son las características esenciales del enfoque educativo constructivista? ¿Es posible llevar a la práctica este enfoque en el ámbito de la educación tecnológica, durante la enseñanza secundaria?*
- b) *¿Cómo se ha generado históricamente el conocimiento tecnológico? ¿Es posible aplicar esta forma de generar conocimientos para aprender Tecnología en educación secundaria?*
- c) *¿Pueden los alumnos de secundaria aprender tecnología por indagación o investigación de problemas tecnológicos? ¿Qué tipo de problemas se pueden abordar en educación secundaria? ¿Cuál sería el papel del profesor y de los alumnos en tales procesos?*
- d) *¿Qué son las relaciones ciencia-tecnología-sociedad en el contexto educativo? ¿Cómo podemos usar tales relaciones para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la ciencia y la tecnología?*

A3. Las actividades de aprendizaje en la Educación Tecnológica

- a) *¿Qué puede hacer el profesorado de Tecnología para facilitar el aprendizaje de los alumnos de secundaria?*
- b) *¿Qué son las actividades de aprendizaje y qué función educativa desempeñan?*
- c) *¿Qué tipos de actividades de aprendizaje pueden utilizarse en la educación tecnológica?*
- d) *Elegir un tema del programa de Tecnología de 3º o 4º de ESO y buscar en Internet materiales didácticos sobre el tema basados en actividades (unidad didáctica, proyecto tecnológico, simulación,...). Proceder al análisis crítico de varias actividades informando en cada caso sobre el tipo de actividad, (inicio, introducción de ideas, aplicación, recapitulación,...), los conocimientos necesarios del alumnado para realizarla y la utilidad didáctica de la misma (objetivos alcanzados, conocimientos adquiridos, competencias desarrolladas,...)*