



FACULTAD DE HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN.

DEPARTAMENTO: Psicología y Pedagogía.

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FORMACIÓN PARA PROFESOR DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y BACHILLERATO.

CURSO ACADÉMICO 2014/2015 – CONVOCATORIA ORDINARIA.

**DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS EN SECUNDARIA**

ESPECIALIDAD: Ciencias Experimentales

Vº. Bº. :

Alumno:

Estefanía Monge Moreno

Director:

Arantxa Oteiza de Nascimento

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO: SISTEMA EDUCATIVO ESPAÑOL.....</b>	<b>4</b>
<b>4. LAS CIENCIAS EN SECUNDARIA .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1. Objetivos generales del aprendizaje.....</b>	<b>9</b>
<b>4.2. Contenidos .....</b>	<b>10</b>
<b>5. DIFICULTADES DE APRENDIZAJE (DA).....</b>	<b>11</b>
<b>5.1. Definición .....</b>	<b>11</b>
<b>5.2. Tipos de aprendizaje.....</b>	<b>12</b>
<b>5.3. Dificultades de aprendizaje en Ciencias .....</b>	<b>16</b>
5.3.1. Factores a tener en cuenta en el aprendizaje.....	17
a. Ideas previas.....	17
b. Concepciones epistemológicas .....	18
c. Procesos de razonamiento .....	18
5.3.2. Principales conflictos en el aprendizaje de las Ciencias.....	19
a. Conceptual .....	19
b. Procedimental .....	21
b1. De la técnica a la estrategia.....	22
c. Actitudinal .....	23
<b>6. ACTITUD DE LOS ALUMNOS HACIA LAS CIENCIAS.....</b>	<b>24</b>
<b>6.1. Causas de la disminución del interés y del número de alumnos en Ciencias.....</b>	<b>25</b>
<b>6.2. Estrategias para motivar a los estudiantes.....</b>	<b>29</b>
<b>7. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>31</b>
<b>7.1. Análisis de las diferentes estrategias de Enseñanza- Aprendizaje de Ciencias en España</b>	<b>31</b>
<b>7.2. Análisis internacional del rendimiento de los estudiantes de Ciencias.....</b>	<b>34</b>
7.2.1. Estudios internacionales sobre el rendimiento de los estudiantes en Ciencias .....	35
<b>7.3. Propuestas didácticas para la mejora de la enseñanza de Ciencias en la Educación Secundaria.....</b>	<b>41</b>

7.3.1.	Aprendizaje apoyado con prácticas experimentales.....	42
a.	Proyecto “Química Cotidiana” .....	43
b.	Estudios culinarios .....	45
7.3.2.	Aprendizaje fundamentado por mapas conceptuales .....	46
7.3.3.	Tecnologías de la Información y la Comunicación .....	49
7.3.4.	Enfoque lúdico .....	51
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>52</b>
<b>9.</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>54</b>
<b>10.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>59</b>

**Resumen:**

Ante la baja motivación y el desinterés que presenta generalmente el alumnado hacia las asignaturas de Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria, concretamente hacia Física y Química, el presente trabajo investiga las causas que pueden provocar las dificultades en el aprendizaje de estas materias sugiriendo estrategias para impulsar la motivación mediante propuestas didácticas de innovación. La nueva metodología implica suprimir las clases magistrales de Ciencias tradicionales impulsando el papel activo del estudiante, el desarrollo de competencias, la resolución de problemas y el aprendizaje por descubrimiento dirigiéndolo a través de actividades lúdico- educativas para que el aprendizaje de las Ciencias sea atrayente y más efectivo.

**Palabras clave:** aprendizaje, dificultad, enseñanza, estrategia, Ciencias.

**Abstract:**

*Due to the lack of motivation and indifference generally faced by High School students towards Science courses, particularly Physics and Chemistry, the present paper examines the causes that could trigger difficulties in learning these subjects, and suggests strategies to impulse motivation by innovative educational proposals. The new methodology involves suppressing the traditional science magisterial classes and encourages the active role of the student, skill development, problem solving, and learning through discovery, guiding the student through ludic-educative activities to achieve a more effective and fascinating science learning.*

**Key words:** learning, difficulty, education, strategy, Science.

## 1. INTRODUCCIÓN

El ser humano desde el momento de su nacimiento está en continua interacción con el mundo físico. Desde que el hombre tiene uso de razón está constantemente observando y analizando fenómenos que ocurren en la naturaleza. De hecho, sin darnos apenas cuenta pasamos gran cantidad de tiempo realizando actividades con fundamento científico como es el caso de un niño jugando con un globo frotándolo contra una prenda o su propio pelo experimentando el fenómeno de la electricidad, el simple hecho de mirar a las nubes y si son grisáceas relacionarlas con la lluvia que se aproxima o sencillamente cocinar, la cocina es un laboratorio casero que todos utilizamos sin darnos cuenta.

La Ciencia y la Tecnología forman un pilar fundamental en nuestra sociedad. En los últimos años se han desarrollado ambas tan a gran escala que parece difícil imaginarse el mundo moderno sin ellas. Es por este motivo, que del mismo modo que resulta imprescindible una educación de la población en valores, ésta ha de contar con una formación en cultura científica y tecnológica.

Podría aventurarme a decir que, de manera continua surge un nuevo descubrimiento, una nueva fuente de investigación o nuevos inventos tecnológicos. Consecuencia de esto, no es difícil sentir incertidumbre e ignorancia ante noticias en medios de comunicación de este tipo si no tenemos una base mínima de conocimientos científicos. De hecho, es alarmante que generalmente, las noticias que llegan a los ciudadanos sobre la Ciencia, suelen ser de desastres como accidentes de barcos que vierten petróleo al mar, explosiones de gas o de productos químicos además de erupciones volcánicas o movimientos sísmicos que matan a miles de personas en el mundo, por no hablar de enfermedades verdaderamente importantes con alto índice de mortandad, que hoy en día se están investigando. Es por ello, que los ciudadanos están tomando conciencia de la importancia que tienen la Ciencia y la Tecnología en aspectos tan importantes como la protección del medio ambiente, la salud y las intolerancias alimentarias, entre otros.

Para ello, es imprescindible una instrucción científica para todos que permita a la población desenvolverse con naturalidad en la sociedad en la que vivimos. Despertar el interés, la motivación y las ganas de aprender la alfabetización científica en nuestros jóvenes es labor de profesionales perfectamente preparados en el sector.

Al igual que es sumamente reconocida la importancia de las Ciencias y la Tecnología en la sociedad en la que vivimos, también es admitido el aumento del desasosiego y preocupación de los padres y docentes por el fracaso escolar y desinterés que generan las asignaturas de Ciencias y su aprendizaje en los más jóvenes. En la Educación Secundaria Obligatoria (de 12 a 16 años), que es la etapa educativa principal que voy a referir en el presente trabajo, existen grandes problemas como altos índices de repetición de asignaturas científicas, abandono, bajo rendimiento del alumnado, uso incorrecto de términos científicos y dificultades importantes en el aprendizaje de estas asignaturas. A estos factores se añade que los alumnos están en una edad de cambios, la adolescencia, en la que cualquier acontecimiento, problema o dificultad que les surja, les afecta reflejándose académicamente en su evolución.

No obstante, la problemática relacionada con el aprendizaje de las Ciencias es también una preocupación común para los investigadores en el ámbito de la enseñanza científica que llevan décadas investigando sus causas.

El presente trabajo comienza con un repaso del papel de las asignaturas científicas a lo largo de las reformas educativas en nuestro país durante las últimas décadas. Primero me centraré en definir los objetivos y contenidos de estas asignaturas para luego analizar los factores que influyen en las dificultades de su aprendizaje. Posteriormente, haré una revisión de propuestas didácticas con el fin de mejorar el proceso enseñanza- aprendizaje de las Ciencias en Educación Secundaria Obligatoria con el objetivo de sacar unas conclusiones prácticas para mi futuro como profesional de la enseñanza en este sector.

## 2. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo, como he mencionado anteriormente, lo voy a centrar en la etapa educativa de la Educación Secundaria Obligatoria. Pese a que el término Ciencia es extenso, trabajaré las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza de primero y segundo de Secundaria junto con la Biología y Geología de tercero y cuarto de Secundaria pero haciendo siempre especial hincapié en la asignatura de Física y Química que se imparte en tercero y cuarto.

Decidí hacer este trabajo basándome en mi propia experiencia con las Ciencias que surgió cuando era estudiante de Secundaria. En la elección sobre qué Bachillerato cursar, yo misma me convencí que quizá lo fácil, lo sencillo y lo menos problemático era estudiar letras, pero en aquel entonces, un profesor de Física y Química, resalto aquí la importancia que tiene el papel docente como educador y orientador, me sugirió que yo valía para las Ciencias, que las diera una oportunidad. Fue entonces cuando tras reflexionarlo, decidí aventurarme en el Bachillerato Científico - Tecnológico. He de decir que de mi clase de 30 alumnos tan sólo 7 fuimos por Ciencias, siendo yo la única que me presenté a las Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU) con Química.

Hoy en día, soy licenciada en Ciencias Químicas porque quise seguir los pasos de mi profesor. Tener un referente y un modelo a seguir es siempre una fuente de energía y un motor de movimiento para conseguir los objetivos que uno se propone pero he de destacar que muchos de mis compañeros químicos que estuvieron a mi lado durante la carrera se vieron frustrados y la terminaron abandonando. Por otro lado, una minoría la sacó año por curso.

Realzo aquí de nuevo la importancia de la cultura y bagaje científico que hemos de adquirir en la escuela para no llegar desubicados y encontrarnos sin rumbo y sin conocimientos suficientes para poder seguir los estudios, y más en el caso de estudiantes universitarios que optan por carreras de carácter científico – tecnológico o sanitario.

Es cuando decido estudiar el Máster de Formación de Profesorado para dedicarme a la docencia cuando de nuevo vuelvo a ver esta situación todavía más acentuada. En mi clase de modalidad presencial, de 30 alumnos solo 2 hemos cursado la especialidad de Ciencias Experimentales.

Con toda esta reflexión quiero reiterar que el desinterés y abandono de las carreras científicas es una cuestión que he sentido cerca en mi vida, concretamente en mi propia piel porque también me planteé dejar la carrera en algún momento por esos fallos o dificultades de aprendizaje durante la enseñanza obligatoria. Es por ello, que decidí sin dudar elegir defender el proyecto de dichas dificultades en el aprendizaje de las Ciencias desde su inicio en Secundaria para poder explorar y examinar su origen y posibles causas a través de investigaciones previas realizadas por expertos en la materia.

### **3. MARCO TEÓRICO: SISTEMA EDUCATIVO ESPAÑOL**

La educación, los contenidos, el nivel y, en consecuencia, el currículo han ido modificándose a lo largo de las distintas reformas educativas. A continuación, voy a comentar brevemente las reformas educativas más destacadas desde 1970 hasta la actual vigente en la Educación Secundaria Obligatoria, haciendo más hincapié en esta última.

Hasta los años 70, los niños recibían una enseñanza básica en la escuela desde los 6 hasta los 10 años. Una mínima parte continuaba estudiando Bachillerato desde los 10 a los 16 años con un posterior curso preuniversitario a los 17 años para poder acceder a la universidad.

Antes de la instauración de la democracia en nuestro país, en 1970, en los últimos años de la dictadura franquista, entró en vigor la Ley General de Educación (LGE) que ampliaba la obligatoriedad de la enseñanza básica hasta los 14 años desde los 6 en los que se iniciaba. Las enseñanzas se estructuraban de un nuevo modo:

✚ Educación General Básica (EGB). Se estructuraba en 8 cursos desde los 6 a los 14 años.

✚ Bachillerato Unificado Polivalente (BUP). Nivel no obligatorio desde los 14 a los 17 años.

- ✓ En primero de BUP se estudiaban obligatoriamente 4 horas semanales de la asignatura de Ciencias Naturales.
- ✓ En segundo de BUP también de carácter obligatorio, 4 horas semanales de Física y Química.
- ✓ En tercero de BUP los alumnos elegían entre la opción de Ciencias o de Letras. Si escogían la opción científica cursaban de carácter optativo 4 horas semanales de Física y/o otras 4 horas semanales de Química.

✚ Curso Orientación Universitaria (COU). En este curso los alumnos escogían entre dos ramas de Ciencias y dos de Letras. Dentro de las de Ciencias:

- ✓ Opción A Científico-Tecnológica  
Como materia obligatoria 4 horas semanales de Física mientras que como optativas Química, Biología y/o Geología, las tres con una carga lectiva de 4 horas semanales, respectivamente.
- ✓ Opción B Biosanitaria  
Eran materias obligatorias tanto la Química como la Biología con una carga lectiva de 4 horas semanales cada una. Por el contrario, se cursaban de carácter optativo la Física y/o la Geología también con 4 horas semanales.

En 1990, la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE), puso fin a la LGE e introdujo la obligatoriedad de la escolarización hasta los 16 años. Desde la entrada en vigor de esta nueva reforma educativa disminuyeron semanalmente las horas de impartición de las asignaturas científicas. Esta nueva ley se estructuró en cuatro ciclos:

- ✚ Educación Infantil.
- ✚ Educación Primaria.
- ✚ Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O.).

Etapa obligatoria distribuida en dos ciclos de dos cursos cada uno:

- ✓ Primer ciclo (1º y 2º E.S.O.) de 12 a 14 años. Se estudiaba la asignatura Ciencias de la Naturaleza durante los dos años 3 horas semanales cada año.
- ✓ Segundo ciclo (3º y 4º E.S.O.) de 14 a 16 años. La asignatura Ciencias de la Naturaleza se dividió en dos asignaturas obligatorias en ambos cursos:
  - Biología y Geología: en tercero 2 horas semanales mientras que en cuarto son 3 horas.
  - Física y Química: igual que Biología y Geología, en tercero 2 horas semanales y en cuarto 3 horas.

Esta etapa equivalía a los dos últimos años de la EGB (7º y 8º) y los dos primeros cursos de BUP.

✚ Bachiller, la novedad frente al Bachillerato de la LGE es que se redujo su duración de tres a dos años. Dentro de las modalidades que ofrecía, en las de Ciencias la carga lectiva de estas materias eran:

- ✓ 1º Bachillerato: 4 horas semanales Física y Química y/o 4 horas semanales de Biología y Geología.
- ✓ 2º Bachillerato: en función de las optativas elegidas se cursaban 4 horas semanales de Física, de Química y/o de Biología, respectivamente.

Desde la LOGSE, pese a quedar derogada en el año 2006 por la Ley Orgánica de Educación (LOE), se mantiene este número de horas en las materias comentadas. La estructura de la nueva reforma educativa queda sin cambios significativos respecto a la LOGSE. Centrándonos en la Educación Secundaria Obligatoria, sin duda la

principal modificación ha sido la opción de optatividad de las asignaturas de Ciencias en 4º ESO:

- Biología y Geología: optativa de 3 horas semanales.
- Física y Química: optativa de 3 horas semanales.

La Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE) promulgada en 2013, es la propuesta de modificación de la LOE del gobierno anterior. La LOMCE ha tenido su primera implantación en la Educación Primaria este año académico 2014-2015 en los cursos impares 1º, 3º y 5º.

El próximo curso 2015-2016 se implantará en el resto de cursos pares de Primaria, en los cursos impares de 1º y 3º de la Educación Secundaria Obligatoria, y en 1º de Bachillerato. En el curso 2016-2017 se terminará de implantar en los cursos pares de 2º y 4º de la ESO y en 2º de Bachillerato.

Aparte de la apuesta por una educación plurilingüe desde el 2º ciclo de Educación Infantil hasta Bachillerato, el principal cambio que afecta a la Educación Secundaria Obligatoria en el área de Ciencias, es el siguiente:

- Seguirá estando constituido por dos ciclos pero el primero englobará los tres primeros cursos mientras que el otro ciclo solo englobará al cuarto curso. Desaparece la asignatura Ciencias de la Naturaleza típica de la LOGSE y de la LOE en el primer ciclo, desglosándose del siguiente modo:
  - En 1º de la E.S.O. se impartirá Biología y Geología.
  - En 2º de la E.S.O. se impartirá Física y Química.
  - En 3º de la E.S.O. se impartirán tanto Biología y Geología como Física y Química.
  - El curso de 4º de la E.S.O. sufre un cambio, pasa a ofrecer dos opciones -enseñanzas académicas hacia Bachillerato y enseñanzas aplicadas hacia la Formación Profesional- solo dándose Biología y

Geología y Física y Química en la primera opción, ambas de carácter opcional.

Tras este análisis de las leyes educativas más significativas a lo largo de las últimas décadas y la evolución de las cargas lectivas de las asignaturas de Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria, se puede comprobar que el número de horas son insuficientes y además han sufrido una disminución. No obstante, la mayor repercusión ha sido que aparte de la disminución de las horas de Ciencias de la Naturaleza en el primer ciclo y de Física y Química y Biología y Geología en el segundo, la introducción de la optatividad de estas dos últimas en el cuarto curso de la E.S.O.

#### **4. LAS CIENCIAS EN SECUNDARIA**

Aunque el término Ciencias también engloba las Humanidades, Martín, Campo, García y Wehrle (1992), presentan dos acepciones para definir Ciencia, siendo uno de ellos <<la gama de *conocimientos* que el hombre ha logrado tener acerca de la Naturaleza: los seres que la constituyen y los fenómenos que en ella suceden>> mientras que la otra es <<*el proceso* por el cual llega el hombre a conquistar los conocimientos científicos: todas las técnicas que el investigador emplea para descubrir los misterios del mundo material. En este caso, el término “Ciencia” es sinónimo al de “método científico”>> (Martín et al., 1992, p.15).

La Educación Secundaria Obligatoria (E.S.O), equivale a uno de los cuatro ciclos que forman el sistema educativo español. Se trata de una etapa educativa compuesta por cuatro cursos académicos en la que los alumnos tienen edades comprendidas generalmente entre los 12 y 16 años. Es un ciclo de carácter obligatorio al igual que la Educación Primaria que le precede. Los profesores que imparten la Educación Secundaria Obligatoria son licenciados y graduados con posterior formación pedagógica para su habilitación como docentes.

Las asignaturas de contenido científico que se imparten en la Educación Secundaria Obligatoria son las siguientes:

-  Ciencias de la naturaleza
-  Biología y Geología
-  Física y Química
-  Matemáticas

En el Currículum 11-16 (DES, 1977), nomenclatura inglesa empleada en Reino Unido por los organismos educativos *Department of Education and Science*, se establece el fundamento de la enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria:

<<La educación científica es para todos -no solo para aquellos que tienen potencial para convertirse en científicos, tecnólogos o técnicos-. Todos tienen derecho a comprender y tomar parte en procesos de resolución de problemas de la vida cotidiana que necesitan el conocimiento y las disciplinas de la Ciencia... Un curso de Ciencias, por lo tanto, es un componente esencial del currículo de cada chico y chica hasta el final de la escolaridad obligatoria>> (Reid y Hodson ,1993, p.19).

Reid y Hodson (1993) afirman que desde el inicio hasta el final de la enseñanza obligatoria se ha de alfabetizar Ciencia para todos. Una Ciencia con contenidos mínimos, comunes y de cierto nivel, que toda persona debe conocer y asimilar para poder desenvolverse en sociedad y participar en la toma de resoluciones ante dificultades o impedimentos con decisión, firmeza y pensamiento crítico donde la motivación es la clave para un aprendizaje con éxito.

#### **4.1. Objetivos generales del aprendizaje**

Tomando como referencia el Decreto 23/2007, de 10 de mayo para la Comunidad de Madrid, los objetivos generales del aprendizaje de las asignaturas de Ciencias son los siguientes:

- La Ciencia es interdisciplinar, no se estudia como algo aparte sino que es una combinación de asignaturas.
- Ser conscientes del vínculo Ciencia- Tecnología- Sociedad para alcanzar un futuro sostenible.
- Ser capaz tanto de entender los textos científicos, fenómenos y leyes naturales con su terminología respectiva como de expresar mensajes con dicho contenido.
- Consolidar los contenidos teóricos con la resolución de ejercicios prácticos que ayuden a asimilar el temario.
- Manejo a la perfección de la calculadora. Entender y analizar datos de tablas y gráficas.
- Comprender las características del entorno natural y seres vivos.

## 4.2. Contenidos

Las Ciencias de la Naturaleza están integradas por la Biología y Geología, y la Física y la Química. Como ya mencioné en el marco legislativo español, actualmente sigue vigente la Ley Orgánica de Educación (LOE) que estructura dichas asignaturas en los cursos de Educación Secundaria Obligatoria del siguiente modo:

- 1º E.S.O.: Carácter obligatorio: Ciencias de la Naturaleza, 3 horas semanales al año. Los contenidos principales son de Biología y Geología con pinceladas de Física.
- 2º E.S.O.: Carácter obligatorio: Ciencias de la Naturaleza, 3 horas semanales al año. El 75% del contenido es Física y Química pura.
- 3º E.S.O.: Carácter obligatorio: Biología y Geología, 2 horas semanales al año.  
Carácter obligatorio: Física y la Química, 2 horas semanales al año.
- 4º E.S.O.: Carácter optativo: Biología y Geología, 3 horas semanales al año.  
Carácter optativo: Física y la Química, 3 horas semanales al año.

Los contenidos de carácter general que tratan estas materias son:

## ✚ Ciencias de la Naturaleza

- **Biología y Geología:** estudian los organismos vivos y los componentes de la Tierra así como el clima.
- **Física y Química:** la Física estudia los cambios físicos, es decir, las alteraciones que se produce en la materia pero no en su naturaleza, mientras que la Química estudia los cambios químicos en los cuales sí se alteran las propiedades de la materia modificándose por lo tanto la naturaleza de ésta.

## 5. DIFICULTADES DE APRENDIZAJE (DA)

### 5.1. Definición

De acuerdo con Valdivieso (1994), las dificultades de aprendizaje son un gran rompecabezas para padres y profesores que ven que sus hijos y educandos no alcanzan el nivel adecuado en clase ni el rendimiento académico esperado. Consecuencia de esto, no es difícil asistir a una clase en la que hay tres grupos de alumnos, los que presentan alto nivel y rendimiento académico, los que tienen el nivel y rendimiento adecuado a su curso y los que tienen grandes problemas para seguir el contenido de las asignaturas. No hay que olvidar que cada persona tiene unos rasgos psicológicos-cognitivos y emocionales propios que son factores involucrados en la evolución de su aprendizaje.

Kirk (1962) fue el primero que utilizó la expresión dificultades del aprendizaje que procede del inglés *Learning Disabilities*. Sin embargo, la mejor definición de dificultades de aprendizaje fue la dada por el Comité Nacional Conjunto sobre Dificultades de Aprendizaje en 1988. La expresión es definida como un conjunto variado de alteraciones que impide al sujeto desenvolverse de modo adecuado en la destreza matemática, escritura, escucha, habla, lectura y razonamiento.

Tomando como referencia la publicación de *Dificultades en el Aprendizaje: Unificación de Criterios Diagnósticos* de la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía, los principales tipos de dificultades en el aprendizaje se pueden clasificar en cinco grupos, cuyas características principales adjunto en el Anexo:

- Problemas Escolares (PE).
- Bajo Rendimiento Escolar (BRE).
- Dificultades Específicas de Aprendizaje (DEA).
- Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH).
- Discapacidad Intelectual Límite (DIL).

## 5.2. Tipos de aprendizaje

Tomando como referencia la “Teoría del Aprendizaje Significativo” de Ausubel y la “Teoría del Aprendizaje Significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva” para desarrollar este apartado, los aprendizajes más comunes en pedagogía son los siguientes:

- ✓ Aprendizaje significativo.
- ✓ Aprendizaje mecánico o memorístico.
- ✓ Aprendizaje por recepción.
- ✓ Aprendizaje por descubrimiento.

Previa explicación de cada tipo de aprendizaje, conviene recordar que el constructivismo es una corriente pedagógica donde se considera que se le debe entregar al niño una serie de herramientas que le permitan resolver de forma autónoma diferentes situaciones siendo el sujeto el propio protagonista del aprendizaje mientras el profesor le guía.

Ausubel (1918- 2008) fue un psicólogo y psicopedagogo estadounidense que junto Piaget y Vygotsky promovieron el constructivismo como teoría del aprendizaje.

Piaget (1896- 1980) fue un psicólogo suizo constructivista que desarrolló la teoría psicogenética que analiza el desarrollo intelectual del ser humano y su influencia en el aprendizaje.

Vygotsky (1896-1934), fue un psicólogo ruso que desarrolló la teoría constructiva social según la cual la inteligencia se desarrolla gracias a las herramientas que el niño encuentra en su medio ambiente.

Ausubel aportó al constructivismo la teoría del aprendizaje significativo, por tanto, considera que el aprendizaje debe ser algo significativo para el sujeto. Conforme a su teoría, el aprendizaje del alumno va a depender de sus ideas, conceptos y conocimientos previos, es decir, de su estructura cognitiva previa para relacionarse con la nueva información. Por ello, son imprescindibles dos requisitos: que las partes estén relacionadas y que a su vez conecten con otros conocimientos que ya posee el alumno. Según Ausubel, la relación entre la nueva información y la que ya posee nuestra estructura cognitiva, ha de ser no arbitraria y sustancial. Que la relación de la nueva información sea no arbitraria, quiere decir que el nuevo conocimiento en forma de nueva información se conecta con la ya existente en la estructura cognitiva previo entendimiento de la primera y relacionada con la nueva. Del mismo modo, que la conexión entre la información reciente con la ya disponible en la estructura cognitiva del sujeto sea sustancial, quiere decir que la información en forma de ideas y nuevos conocimientos que se incorporan, es la propia sustancia del conocimiento. De hecho, Ausubel resume en el epígrafe de su obra: <<Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese consecuentemente>> (Ausubel, 1983, p.1).

Conocer los saberes de los alumnos permitirá aprovecharlos para llevar a cabo una mejor labor educativa. Lo importante es relacionar lo que el sujeto ya sabe con lo nuevo que se va a aprender conectándolo a modo de anclaje, modificándose y evolucionando la nueva información y la estructura cognitiva. En otras palabras, con la incorporación del nuevo conocimiento, el previo se transforma.

Como ejemplo en Química, si los conceptos de átomo, nube de electrones, protones y neutrones permanecen en la estructura cognitiva del sujeto a modo de ideas previas y conocimientos, servirán de anclaje para nuevos conocimientos sobre las moléculas y su formación.

Sin embargo, cuando en el aprendizaje no hay ningún anclaje, ningún vínculo que relacione el conocimiento previo con el nuevo, se trata de un aprendizaje mecánico. Esto ocurre cuando la relación de la nueva información con la presente en nuestra estructura cognitiva, es arbitraria y al pie de la letra. Por ejemplo, en la asignatura Física y Química en 4º E.S.O., cuando en el tema de astronomía y gravitación los alumnos para la resolución de ejercicios tienen que usar la fórmula de la fuerza gravitatoria entre cuerpos y la de la aceleración, no las distinguen. De hecho, prácticamente es la misma solo hay un término diferente. En este caso como los alumnos tienden a aprender de memoria sin razonar ni vincular informaciones nuevas con las anteriores, lo que ocurre es que no entienden las expresiones matemáticas, se las aprenden memorísticamente y no saben cuándo aplicar una u otra, también influenciado por factores como la mala adquisición de los conceptos fuerza y aceleración.

Ausubel no establece diferencias entre el aprendizaje significativo y el mecánico, ambos pueden aparecer en el aprendizaje. No lo considera como una partición de este si no como un continuo (Ausubel, 1983).

En el aprendizaje por recepción, se presenta al sujeto la nueva información o conocimiento en su fase final, por ejemplo; las Leyes de Newton, el Principio de Pascal o el Principio de Arquímedes. Aprendizaje que, desde mi punto de vista, está conectado con el aprendizaje memorístico porque al fin y al cabo, si enseñamos a nuestros alumnos la nueva información en su forma final, lo que estamos pretendiendo es que el sujeto lo incorpore a su estructura cognitiva previa pero que sea capaz de reproducirlo. Si los alumnos han de aprender el enunciado del Principio de Arquímedes, aprenderían por recepción que: <<un cuerpo total o parcialmente

sumergido en un fluido en reposo, recibe un empuje de abajo hacia arriba igual al peso volumen del fluido que desaloja>>.

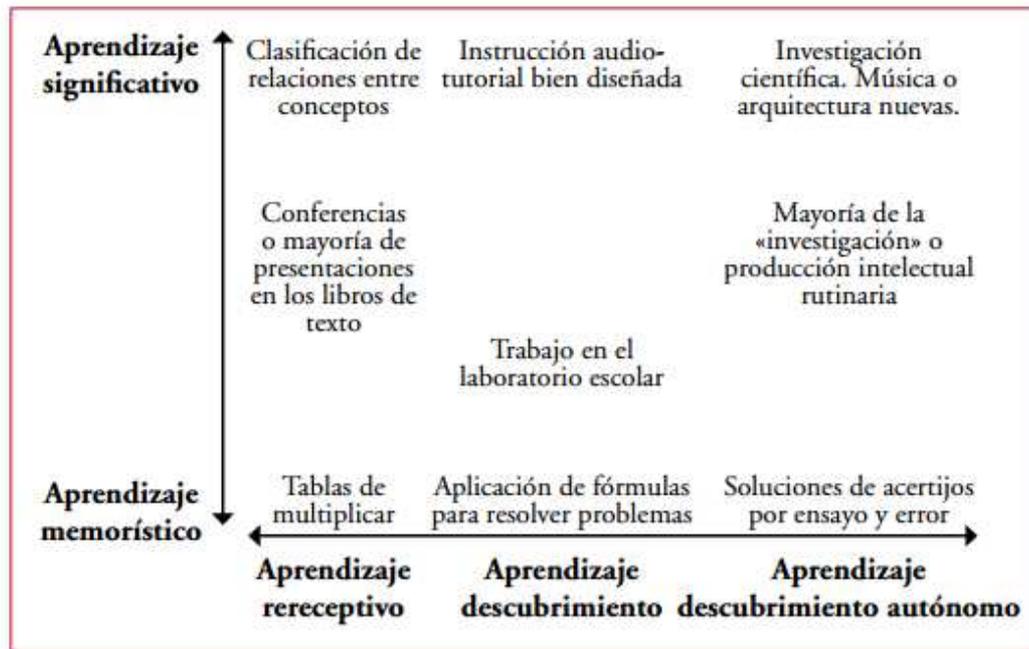
El aprendizaje por recepción sería significativo si el nuevo conocimiento tuviera una conexión con conocimientos previos que la estructura cognitiva del sujeto ya poseería, como sería el caso de conocer las definiciones de fluido, empuje, peso y volumen, conceptos a veces difíciles de comprender por nuestros estudiantes.

En el aprendizaje por descubrimiento, desaparece la pasividad del sujeto. Tampoco se le enseña el conocimiento en su forma final. En este tipo de aprendizaje son los propios alumnos los que descubren la nueva información y la reordenan en su estructura cognitiva. Este aprendizaje impulsa la investigación.

Para finalizar, según Campanario y Otero (2000), ningún profesor de Ciencias debería asombrarse del éxito escaso o más bien nulo que tiene el aprendizaje significativo de sus asignaturas en las aulas por parte de sus estudiantes. Los alumnos no consideran el aprendizaje de las Ciencias como un proceso de construcción del conocimiento sino como algo pasivo donde básicamente hay que aprender ecuaciones matemáticas para solucionar ejercicios (Hammer, 1995). Aunque actualmente, como veremos más adelante en propuestas para la mejora de la enseñanza de Ciencias en la E.S.O. se busca precisamente fomentar el aprendizaje significativo con herramientas didácticas como los mapas conceptuales.

La siguiente figura muestra los continuos de aprendizaje memorístico/aprendizaje significativo y aprendizaje receptivo/aprendizaje por descubrimiento autónomo (Novak, 1988a):

**Tabla 1:** Continuos en el tipo de aprendizaje.



**Fuente:** Novak(1988a). La Teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva, p.12.

### 5.3. Dificultades de aprendizaje en Ciencias

Municio, Pozo y Gómez (1998), opinan que es notable la crisis que sufre la educación científica a lo largo de los años, existiendo entre los profesores de Ciencias de la etapa de Educación Secundaria una ascendente frustración y desasosiego al comprobar que a los alumnos no les interesa lo que enseñan, que no prestan la más mínima atención y que, como consecuencia de ello, cada vez el aprendizaje es menor. Muchos culpan de esta recesión a las múltiples reformas educativas que nuestro país lleva sufriendo a lo largo de las últimas décadas pero seguramente la sociedad en la que vivimos también sea culpable de este deterioro de la educación científica.

### *5.3.1. Factores a tener en cuenta en el aprendizaje*

El hecho de que las asignaturas científicas en Educación Secundaria Obligatoria provoquen en el alumnado desinterés, desmotivación y que en el cuarto curso de la E.S.O. decidan no cogerlas como optativas, hace imprescindible en el presente trabajo estudiar factores que intervienen en aprendizajes inadecuados más allá del contenido de la asignatura. Nos situaremos en el rol del estudiante y analizaremos elementos fundamentales que hay que tener en cuenta tan importantes como las ideas previas con las que parten los alumnos sobre los distintos contenidos que se estudian a lo largo del año, sus concepciones epistemológicas y cómo razonan en base a lo que saben. Del mismo modo, se abordarán los conflictos más importantes a tener en cuenta en el aprendizaje de las Ciencias.

#### *a. Ideas previas*

Para iniciarnos en el apartado de dificultades del aprendizaje de las Ciencias, hay que partir del inicio de todo, el primer escalón de la pirámide. El primer obstáculo por el que pueden empezar a surgir complicaciones a la hora de enseñar asignaturas científicas son sin duda las ideas previas de los alumnos, es decir, lo que los estudiantes saben.

Un error común en la enseñanza desde hace muchos años ha sido considerar las mentes de los estudiantes como cavidades vacías que habría que rellenar con información sobre conocimientos nuevos, sin tener en cuenta ni la adquisición ni el desarrollo de las destrezas.

Es imprescindible partir de la base de las ideas previas de los alumnos quizá fruto de prejuicios o de observaciones y malas asimilaciones en entornos fuera de la escuela. Un rasgo de las ideas previas es que los alumnos a veces tienen varias ideas sobre un mismo asunto de carácter contradictorio. Otro rasgo es que suelen ser científicamente incorrectas (Pozo y Carretero, 1987).

Una enseñanza que no tiene en cuenta las ideas previas de los alumnos dificulta más la labor de eliminarlas en el caso de estar equivocadas. No es tarea sencilla

deshacerse de estas. Los alumnos contarían con dos estructuras de conocimiento, los transmitidos por el profesor más sus ideas previas, en la mayoría de las veces incorrectas científicamente.

Desgraciadamente, es hasta habitual encontrar a licenciados y graduados en carreras científicas que mantienen juicios científicos equivocados (Pozo, 1987; Viennot, 1979; Driver, 1988; Kruger, Palacio y Summers, 1992).

#### b. Concepciones epistemológicas

Se entiende por concepción epistemológica a las opiniones o juicios que los alumnos tienen acerca de conocimientos, es decir, lo que creen.

Ya no es solo el factor de las posibles ideas previas equivocadas que puedan tener los alumnos, hay que tener en cuenta sus propias concepciones epistemológicas sobre los contenidos científicos también como obstáculo en el aprendizaje de las Ciencias (Ryan y Aikenhead, 1992; Gaskell, 1992; Wolff-Michael, 1994; diSessa, 1993; Songer y Linn, 1991; Ertmer y Newby, 1996; Zimmerman, 1990).

#### c. Procesos de razonamiento

Los alumnos no tienen en cuenta que en ocasiones, los procesos de razonamiento que usan en las asignaturas de Ciencias están equivocados debido a quizá la excesiva importancia que le da el sistema educativo a llegar al resultado correcto en vez de la estrategia de razonamiento (Campanario y Otero, 2000).

Más adelante trataré un punto acerca de cómo los alumnos han de pasar de la técnica a la estrategia para la correcta adquisición de procedimientos.

### 5.3.2. Principales conflictos en el aprendizaje de las Ciencias

Municio, Pozo y Gómez (1998), argumentan que los alumnos adolescentes no solo presentan dificultades conceptuales si no que muestran problemas importantes a la hora de solucionar ejercicios ejerciendo un uso escaso de estrategias de razonamiento. Adjunto en el anexo tablas con algunas de los obstáculos que los alumnos encuentran en el entendimiento de conceptos, en el procedimiento de resolución de ejercicios y sobre todo, actitudes y creencias contraproducentes que los alumnos sostienen sobre el estudio de la Ciencia.

Se podría decir, que los alumnos presentan principalmente tres tipos de conflictos en el aprendizaje de las Ciencias:

#### a. Conceptual

Uno de los grandes problemas o dificultades del aprendizaje de las Ciencias, por no decir el más importante es que los alumnos estudian conceptos exclusivamente de memoria. Es importante que los alumnos asimilen las ideas ya que, a modo de ejemplo, si ya han estudiado los conceptos de presión, volumen, mol y temperatura, posteriormente serán capaces de estudiar la ecuación de los gases perfectos, aplicarla en los problemas y saber en todo momento lo que hacen.

Un error común entre los adolescentes y no tan adolescentes, es el mal uso de términos científicos en la vida cotidiana. Lo ilustro con los siguientes ejemplos más representativos:

#### o Masa y peso

Mientras la masa es la cantidad de materia de los cuerpos u objetos y se expresa en kilogramos, el peso es la fuerza que ejerce la gravedad sobre una masa (cuerpo u objeto) y se cuantifica en una unidad diferente: el Newton. El peso se expresa mediante la siguiente expresión:

$$P = mg \quad \text{siendo } P = \text{peso (Newton, N)}$$

$m = \text{masa (Kilogramos, kg)}$

$g = \text{gravedad de la Tierra} = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

En la sociedad en la que vivimos tendemos a expresar inadecuadamente los términos científicos dando lugar a serias confusiones. Tendemos a decir erróneamente que pesamos 60 kilos en vez de decir que nuestra masa es de 60 kg. Nuestro peso sería el cálculo de multiplicar nuestros 60 kg de masa por la gravedad, es decir, 588.6 Newton, según la expresión matemática anterior expuesta.

Como podemos comprobar no es lo mismo pesar 60 kg que 588.6 N más que nada porque además de decir mal el término peso ni siquiera empleamos las unidades correctas. El peso jamás puede ir expresado en kilos porque como hemos dicho, el peso no se trata de una cantidad de materia de un cuerpo sino de la fuerza que ejerce la gravedad sobre una masa, en este caso, sobre nosotros.

o Calor y temperatura

Otra confusión conceptual importante es el calor y la temperatura. Se trata de dos sustantivos que rara vez se usan científicamente de manera adecuada. Se usan como sinónimos. En el lenguaje cotidiano decimos “tengo calor” o “hace calor” y que la temperatura “mide el calor que hace” pero pese a utilizar estas expresiones asiduamente, están todas mal dichas científicamente.

El error comienza en el momento que consideramos la existencia del frío y del calor como tal. Ni el frío ni el calor existen. Reitero en este momento la importancia de una alfabetización científica básica y común para todos los ciudadanos vayan a ser científicos o no porque es importante usar los términos de acuerdo a su significado físico.

Para ello, es fundamental que en la asignatura Física y Química de Educación Secundaria Obligatoria quede claro desde el inicio, que la materia está formada por partículas en movimiento que ejercen fuerzas

entre sí. Dicho movimiento es conocido como movimiento térmico. Por lo tanto, la energía térmica es debida al movimiento de las partículas.

Cuando un cuerpo incrementa su energía térmica se está calentando, en consecuencia, recibe calor. Por el contrario, cuando un cuerpo reduce su energía térmica se está enfriando, por lo cual, pierde calor. De este modo, el calor no es más que una forma de designar a los aumentos y pérdidas de energía térmica, es decir, una transferencia de energía.

En resumen, el calor es una cantidad de energía mientras que la temperatura es la medida de calor de un cuerpo. El calor provoca que la temperatura aumente o disminuya. Si se incorpora calor, la temperatura aumenta. Si quitamos calor, la temperatura disminuye (Gómez y Hernández, 2010).

#### b. Procedimental

El obstáculo radica a la hora de la realización de problemas que los alumnos diferencien de qué va el ejercicio. Por ejemplo:

- o En los problemas de Física y Química de 4º E.S.O. del tema fuerzas y presiones en fluidos, no saben si hay que resolverlo con las fórmulas de la Ley Fundamental de la Hidrostática, con las del Principio de Pascal y la prensa hidráulica o mediante el Principio de Arquímedes.

De hecho, en las aulas, al mandar tantos ejercicios en asignaturas como Física y Química, los alumnos como si de máquinas se trataran se limitan a ver los ejemplos resueltos y repetirlos una vez tras otra hasta llegar al punto que de manera inconsciente memorizan el modo de resolución del problema sabiendo lo que hacen pero no entendiendo el qué hacen. Como si de un motor automático se tratara, llegan al resultado pero si cambia algo, por más mínimo que sea, en el enunciado ya no saben aplicar lo aprendido a nuevas situaciones y no son capaces de sacar el ejercicio

al no reflexionar ni razonar sobre la circunstancia actual (Municio, Pozo y Gómez, 1998).

No obstante, al saber hacer cosas pero no saber ilustrarlas ni extrapolarlas a nuevas situaciones, frecuentemente ocurre que en el momento de los alumnos demostrar que han aprendido y entendido el temario para el examen correspondiente, lo supuestamente aprendido se desvanece al encontrarse frente a un problema que se sale de los modelo tipo resueltos en clase. Esto es una triste realidad que ocurre asiduamente en nuestras aulas. En consecuencia, la excesiva realización de ejercicios no significa que el alumno entienda lo que hace ni sepa lo que está resolviendo. Simplemente, el resultado al que llega no es más que un mero dato numérico sin sentido con escaso significado científico. Es fundamental el cambio de metodología de enseñanza para evitar entrar en tareas rutinarias y fomentar más la deducción y la comprensión para que sean capaces de tomar decisiones.

Los alumnos se olvidan del significado científico de la resolución del problema y se centran exclusivamente en la fórmula matemática y llegar al resultado numérico. Se vuelve una tarea repetitiva con la consecuencia pérdida del interés y la motivación.

#### b1. De la técnica a la estrategia

Según Municio, Pozo y Gómez (1998) en la resolución de ejercicios hay dos tipos de prácticas, la repetitiva y la reflexiva. Mientras que en la práctica repetitiva los alumnos se dedican a hacer los ejercicios uno tras otro sin pensar, solamente por reiteración, en la práctica reflexiva se enfrentan a situaciones o datos nuevos que les hace pensar y reflexionar otros planteamientos para poder resolver el problema. Se podría decir que los ejercicios de la práctica repetitiva se consideran ejercicios sin más, porque no hay que razonar sólo repetirlos uno tras otro, frente a la práctica reflexiva que como su propio nombre dice, invita a los alumnos a la reflexión, a que razonen y discurren. En la práctica reflexiva, cambia el nombre del ejercicio que ya no es un ejercicio si no un problema.

Para trabajar el entrenamiento procedimental de la técnica a la estrategia según estos autores, hay que pasar como sus propios nombres dicen de un conocimiento técnico a uno estratégico ambos compuestos por dos fases.

En el entrenamiento técnico, mientras que la primera fase radica en suministrar directrices detalladas de la serie de actuaciones que los alumnos deben seguir para la realización del ejercicio, la segunda fase consiste en la práctica reiterada de la fase anterior para que los estudiantes mecanicen los pasos a realizar siempre bajo control del profesor que corregirá los posibles fallos que les puedan surgir a los alumnos con el fin de una correcta adquisición de este entrenamiento.

Una vez aprendida la mecánica, en el entrenamiento estratégico se aplicarán los conocimientos aprendidos a nuevas situaciones obligando a los alumnos a reflexionar y ser capaz de tomar decisiones con propia autonomía. Se trata de un entrenamiento de dos fases pero como hemos visto se pueden combinar las dos en uno solo.

### c. Actitudinal

Los contenidos actitudinales están compuestos por tres integrantes: las actitudes, las normas y los valores (Echebarría, 1991; Eiser, 1994; Sarabia, 1992).

- Actitudes, modo de comportamiento.
- Normas, idea de cómo hay que comportarse. Es el integrante cognitivo.
- Valores, interiorización de las normas.

Para Muncio, Pozo y Gómez (1998), de los tres tipos de conflictos mencionados a lo largo de este apartado quizá este último, el actitudinal es el más complejo ante el cual el profesor debe enfrentarse. El hecho de llevar semanas explicando un contenido y que los alumnos sean incapaces de resolver los ejercicios y además se estén tirando papeles en clase o el profesor les vea haciendo cualquier otra cosa menos lo que tienen que hacer en ese momento en el aula es aniquilador. Entre otras causas, esto es debido a que el docente ha sido instruido para enseñar Ciencia y no comportamiento a

los estudiantes. De hecho, muchas de esas actitudes y malos comportamientos proceden de ambientes externos a la escuela.

## 6. ACTITUD DE LOS ALUMNOS HACIA LAS CIENCIAS

Concepciones previas que tienen los alumnos sobre los científicos como gente extraña con bata que solo se dedican a investigar tampoco ayuda a despertar empatía y entusiasmo por estas asignaturas. Sin irme más lejos, los medios de comunicación de manera indirecta contribuyen a que la sociedad desde edades tempranas tenga el prejuicio de que los científicos son personas hurañas, retraídas, extrañas y hasta a veces locas. Por ejemplo:

- En la serie de dibujos “Perry el ornitorrinco” Perry es la mascota de dos hermanos y mantiene una doble vida como agente secreto. Tiene que derrotar a un doctor en Ciencias que es malvado y planea acabar con el planeta Tierra. La figura de este científico destaca por su soledad, su bata blanca, su expresión facial de demente y su continua estancia en el laboratorio investigando y creando inventos.
- Otra serie infantil es “El laboratorio de Dexter”. Aquí el protagonista es un niño pelirrojo de 10 años. La serie transcurre en la casa en la que vive el niño con sus padres y su hermana. El perfil del niño es con gafas, bata blanca y guantes. Tiene un laboratorio secreto al que accede de las maneras más inéditas pero en el cual su hermana siempre logra entrar. Dexter no quiere que ésta pase porque tiene experimentos e inventos que la niña destroza. De nuevo la imagen en este caso de un niño de 10 años solo en un laboratorio con su libreta de expresiones matemáticas y su material de laboratorio puede dar visión de persona inusual y extraña.
- Para más adultos está la serie de comedia “*The Big-BangTheory*”. Los protagonistas de la serie son cuatro hombres treintañeros de profesiones científicas: un físico teórico, un físico experimental, un astrofísico y un

ingeniero aeroespacial junto con una mujer con aspiraciones de ser actriz. La trama de cada capítulo es la dificultad de los intérpretes para relacionarse con gente del entorno, en especial con las mujeres, ya que no se dedican más que a su estancia en el laboratorio de la universidad haciendo referencias a teorías físicas reales. Serie típica que alimenta la imagen del científico como personas inusuales, aisladas, raras y con bata.

- Como última mención, quiero resaltar las películas “*Flubber*”(1997) y “El profesor chiflado”(1996) en las cuales se resalta el papel de profesores desarrollando experimentos tanto en un sótano como en un laboratorio respectivamente, creando en el primer caso una masa gelatinosa frente en la segunda película un brebaje gracias a sus conocimientos de química. Una vez más se muestra la imagen de persona en bata aislada en un cuarto con sus experimentos.

Otros prejuicios y actitudes inadecuadas que presentan los estudiantes es creer que estudiar Ciencia es repetir continuamente lo que dice el profesor. Son actitudes erróneas de cuyo fruto surge el desinterés y pasividad ante estas asignaturas. Las malas actitudes y consecuentemente, comportamientos inapropiados son precisamente lo que más dificulta las clases siendo éstas más difíciles de reconducir implicando un desnivel en el aprendizaje de los alumnos y una confusión entre los profesores (Municio, Pozo y Gómez, 1998).

### **6.1. Causas de la disminución del interés y del número de alumnos en Ciencias**

Un experto en didáctica de las Ciencias, señala que el obstáculo fundamental del aprendizaje y la enseñanza de las asignaturas científicas en las aulas son las actitudes inadecuadas y negativas que los alumnos tienen hacia la Ciencia (Fensham, 2004).

Resulta llamativo que los alumnos en Educación Primaria tienen interés por la Ciencia, les llama la atención y les gustan las asignaturas de contenido científico pero conforme van avanzando a lo largo de los seis cursos que tiene el ciclo, se genera un

punto de inflexión donde aparece el desinterés, desgana y apatía por estas asignaturas (Murphy y Beggs, 2003). Las primeras experiencias de fracaso escolar en el área de Ciencias parecen comenzar, por lo tanto, en el cambio de etapa educativa de Educación Primaria a Educación Secundaria Obligatoria. Si ya los alumnos rondando el final del nivel educativo de Primaria comienzan a aburrirse y a desinteresarse por estas materias, cuando se incorporan a la Educación Secundaria Obligatoria con el inicio de la adolescencia y el desarrollo hormonal, la actitud negativa ante las Ciencias crece de manera gradual inversamente proporcional al interés previo que les despertaba en edades tempranas. Esta crisis en la educación científica se agrava en el sector femenino. Los jóvenes se van distanciando de las asignaturas científicas a lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria, teniendo lugar el irrevocable desenlace de que al ser en 4º de E.S.O. tanto la Biología y Geología como la Física y la Química optativas, no las cursan abandonando su alfabetización científica a los 14 años. Del mismo modo, no cursan Bachillerato de Ciencias, abandonando la selección y estudio de carreras universitarias científicas. Este es un hecho que preocupa mucho actualmente.

Un estudio sobre las actitudes y el rendimiento de los estudiantes hacia la Ciencia confirma que en la niñez se tiene una buena disposición, entusiasmo y conductas positivas hacia la educación científica que en la adolescencia, según van haciéndose mayores los estudiantes, y principalmente las mujeres, van disminuyendo dichas actitudes pro-ciencia transformándose en conductas negativas, calificando los propios alumnos a las asignaturas científicas como sin interés, tediosas, cargantes y además, se cuestionan su valor y la utilidad de sus ejercicios para la vida diaria (George, 2000; Gibson y Chase, 2002; Pell y Jarvis, 2001; Piburn y Baker, 1993; Ramsden, 1998; Simpson y Oliver, 1990). No sólo afecta el factor del crecimiento de los jóvenes, también tiene que ver qué asignatura es la que crea más dificultades ya que no están calificadas todas con el mismo desinterés.

Speering y Rennie (1996) sugieren que el cambio del currículo de Ciencias en Primaria respecto al de Secundaria afecta a la visión negativa de los alumnos, no encontrándose éstos en Secundaria lo que esperaban. Otros autores mencionan otras

causas tales como el profesor que te toque en la asignatura o la excesiva orientación para preparar los exámenes en las clases (Murphy y Beggs, 2003).

Mi aportación personal a las sugerencias de estos autores es que además del factor de qué tipo de profesor puede tocarte dando clase, que no es lo mismo un docente que da todo mascado directo para digerir que uno de los que parece que está dando clase a nivel universitario. También afecta la excesiva realización de ejercicios frente a la falta de prácticas experimentales. Estudiar Ciencias sin ir al laboratorio a poner en práctica conceptos, principios o hechos que te han enseñado en clase influye positivamente en la desmotivación del alumnado y en la mala comprensión y asimilación de ciertos contenidos más prácticos.

No obstante, una inquietud compartida tanto por los profesores de Ciencias como por los investigadores de la Enseñanza de las Ciencias son las dificultades relacionadas con el aprendizaje de éstas entre los estudiantes (Aparicio, 1995; Aparicio, 2008; Campanario y Otero, 2000; DibarUre y Cappannini, 2004; Lucero de Aguado, 1995 al 2000; Mazzitelli, 2000, 2001; Otero y Campanario, 1990; Otero et al, 1992; Pozo y Gómez, 1998; entre otros). Nuestra preocupación se centra concretamente en el nivel educativo de Educación Secundaria Obligatoria.

La educación científica se enfrenta como ya se ha dicho anteriormente a problemas de bajo rendimiento de los estudiantes; alto número de abandono y de repetición de curso; falta de interés; desmotivación; dificultades para comprender la terminología de los textos que en consecuencia les afecta a expresarse adecuadamente en notación científica de forma oral y escrita; escasez de prácticas de laboratorio y de metodologías que fomenten un aprendizaje significativo en lugar del mecánico-memorístico.

Haciendo un análisis de las últimas reformas educativas en los últimos años en España, desde la LOGSE a la LOE, y la posición de las Ciencias en cada una de ellas, queda comprobado que no se valora que la educación científica forme parte de los conocimientos universales de todos los futuros ciudadanos, y para rematar, el carácter

optativo de materias como Biología y Geología y Física y Química al final de la etapa de Secundaria lo confirma.

Aspectos investigados sobre la Enseñanza de las Ciencias que podrían ayudar a fomentar el interés por las Ciencias y mejorar la actitud hacia éstas que no se tienen en cuenta son; hacer uso de la relación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) así como estudiar la historia de la Ciencia y fomentar las prácticas de laboratorio para los alumnos (Solbes y Traver 2001; Izquierdo y otros, 2006; Solbes y otros, 2008). Igualmente, se busca la innovación en la labor educativa en las asignaturas científicas. En los cursos de formación pedagógica docente se instruyen a los futuros profesores en la innovación como cambio en la metodología de la enseñanza para recuperar el entusiasmo e interés por estas materias.

En un estudio realizado por Solbes, J. (2011) sobre la Didáctica de las Ciencias acerca de “¿por qué disminuye el alumnado de Ciencias?” Se obtuvieron los siguientes resultados alarmantes:

- Tanto la Biología y Geología como la Física y Química son tediosas, complicadas y demasiado teóricas para los estudiantes.
- Los alumnos consideran las asignaturas tanto de Biología y Geología como Física y Química las más inútiles tras la música y la plástica.
- Los estudiantes tienen generalmente una visión de la Ciencia negativa influenciada por hechos dañinos como la contaminación pero no son conscientes de las contribuciones positivas de éstas a la sociedad.
- Respecto a la escasez de afinidad de las alumnas con la Ciencia, los resultados confirmaron que existe un desconocimiento general de mujeres científicas que contribuyeron a la Ciencia pudiendo afectar a que las alumnas se desalienten en el estudio de estas asignaturas. Sería interesante promover más el estudio de la historia de la Ciencia para dar a conocer a más científicos hombres y mujeres para demostrar que la Ciencia no es solo de hombres.

## 6.2. Estrategias para motivar a los estudiantes

El principal obstáculo que los profesores de Ciencias se encuentran en la Educación Secundaria es la falta de motivación de los alumnos. Como no les interesa la asignatura no ponen interés, no estudian y suspenden.

Considerándose la motivación un estímulo que consigue llamar la atención y el interés de las personas ante una tarea con expectativa de éxito que incluye el valor que se concede a esa tarea, partiendo de la base de que para el alumno de, por ejemplo, Física y Química esta asignatura no tiene ningún valor, el estudiante no va a trabajar ni a esforzarse en la asignatura del mismo modo que no se va a molestar en estudiar para aprender. Existen dos tipos de motivaciones (Municio, Pozo y Gómez, 1998):

- Motivaciones extrínsecas

Son motivaciones ajenas al propio hecho de aprender Ciencias. Al alumno lo que le interesa es aprobar la asignatura por lo que su motor de movimiento va a ser estudiar para aprobar en vez de para aprender.

Que el alumno se mueva por este tipo de motivación es complicado porque supone volver a las teorías conductistas de premio y castigo. Se puede motivar a los alumnos, por ejemplo, en la realización de los ejercicios poniéndoles positivos y que por tanto número de positivos suponga un porcentaje sobre la nota final que les anime a esforzarse y subir nota respecto al examen. La parte negativa de este método es que en el momento que no hay ni recompensa ni castigo, de nuevo la motivación desaparece. Igualmente, encontrar premios y castigos que funcionen con estudiantes en edades durante la adolescencia es todavía más difícil.

No obstante, si para los alumnos lo que aprenden en clase de Ciencias les parece irrelevante o de falta de interés, al poco de memorizarlo para el examen se les va a olvidar, resultando un aprendizaje nada eficaz por no mencionar peores consecuencias e irreversibles como el hecho de que el alumno odie y deteste las Ciencias para siempre (Municio, Pozo y Gómez, 1998).

- Motivaciones intrínsecas

El alumno está interesado en aprender, por lo que estudia buscando significado a las cosas y se esfuerza en comprender la materia.

¿Cómo se consigue motivar intrínsecamente por la Ciencia a los alumnos? Tomando como referencia la frase de Claxton (1984) que dice que motivar es modificar las preferencias de las personas, la idea es partir de los intereses de los estudiantes y averiguar un nexo común con su vida diaria, sumergiéndoles sin que se den cuenta en la labor científica. Se trata, por lo tanto de buscar estrategias didácticas para motivar a los alumnos. Algunos autores (Alonso Tapia, 1997; Huertas, 1997) destacan como tácticas didácticas entre otras:

- Centros de interés
- Trabajo cooperativo
- Autonomía y participación activa

Para favorecer la motivación del alumnado ha de haber modificaciones en las actividades escolares, ha de existir una revolución en la didáctica de las Ciencias y tener muy en cuenta que la valoración de la expectativa de éxito sobre la tarea que el alumno realiza es primordial para alcanzar buen fin.

Sin embargo, hay que tener en cuenta imprevistos de que pese a que el alumno se esfuerza y trabaja en clase, suspende el examen. En estos casos, el papel del docente es clave ayudando al estudiante haciéndole saber lo que ha hecho bien y la parte del examen que no es correcta para que el alumno no pierda la motivación. La evaluación por parte del profesor es imprescindible. Así mismo, convendría previamente conocer las capacidades y conocimientos previos de los alumnos para adaptar las labores a las disposiciones de los estudiantes (Municio, Pozo y Gómez, 1998).

En estudios realizados por Bacas y Martín Díaz (1992), se plasman los cuatro tipos de estudiantes de Ciencias caracterizados por su motivación hacia las asignaturas científicas:

1. El alumno curioso. Se inclina por investigar por sí mismo y detesta la instrucción tradicional.
2. El alumno concienzudo. Opta por la enseñanza tradicional, quiere ser guiado por el profesor en todo momento e incluso busca y necesita de sus elogios.
3. El alumno sociable. Elige la instrucción por descubrimiento, no le gusta el trabajo individual y rechaza la enseñanza tradicional.
4. El alumno buscador de éxito. Es competitivo y al igual que el estudiante sociable, se inclina por la enseñanza por descubrimiento.

## **7. INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **7.1. Análisis de las diferentes estrategias de Enseñanza-Aprendizaje de Ciencias en España**

Basándome en la publicación de Campanario y Moya (1999) de “¿Cómo enseñar Ciencias?” me dirijo a hacer un análisis de las metodologías de enseñanza que existen en nuestro país.

Como punto de partida de las estrategias de enseñanza de las asignaturas de Ciencias se encuentra el modelo tradicional por transmisión de conocimientos. Este tipo de enseñanza destaca por la pasividad de los estudiantes y su nula participación en clase. Se limita al papel del docente como mero transmisor de conocimientos como el símil que hacíamos anteriormente de suponer las mentes de los alumnos cavidades en blanco que el profesor va llenando de información y en función de la capacidad de cada estudiante unas se llenan más que otras. Es en esta estrategia de enseñanza en la que no se tienen en cuenta las ideas previas de los alumnos, sus concepciones

epistemológicas, sus estrategias de razonamiento ni la metacognición. De la metacognición no he mencionado nada anteriormente, aprovecho la ocasión para definir el concepto como la capacidad del propio alumno para autorregular su aprendizaje, es decir, ser consciente de lo que sabe y de lo que carece o necesita mejorar. Además, dos grandes motivos del fracaso de esta enseñanza ha sido basarla en aprendizaje memorístico y repetitivo.

Se ha visto la necesidad de disminuir el uso de este modelo en la enseñanza y más hoy en día que lo que se busca es la innovación educativa. Debe ser utilizada en determinados momentos pero complementada con nuevas metodologías.

La característica principal del aprendizaje por descubrimiento es la participación activa de los alumnos. Pese a ello, este aprendizaje es considerado en general deficiente (Gil, 1994; Pozo y Carretero, 1987; Driver, 1988). Sin embargo, en el área de la enseñanza de Ciencias este aprendizaje fomenta el aprender a descubrir, en otras palabras, son los propios alumnos los que se encargan de su aprendizaje personal. En asignaturas de Ciencias se ha de observar, analizar, comparar, etc. De hecho, el aprender a descubrir es una de las más importantes deficiencias de la formación en Ciencias en la enseñanza tradicional (Campanario, 1996; Lenox, 1985, Bavelas; 1987).

La enseñanza de Ciencias basada en la resolución de problemas es la estrategia de enseñanza ideal según Birch (1986). Además, propone que los alumnos indaguen y averigüen alternativas para solucionar situaciones conflictivas. No obstante, también tiene sus restricciones, aparte del trabajo por parte del docente seleccionando y secuenciando con cuidado los ejercicios, este aprendizaje necesita más esfuerzo y entrega por parte de los estudiantes acostumbrados a la pasividad de la enseñanza tradicional. Sin embargo, personalmente considero que haciendo problemas es cómo mejor se aprende, eso sí, sin dejar de lado la teoría porque muchas de las dificultades que les surgen a los alumnos son precisamente la comprensión del enunciado; cómo lo describe (Reif, 1983), su terminología (Merzyn, 1987), equivocaciones en sus concepciones o conocimientos (Mc Cabe, 1977), en cómo los unen (Gorodestky y

Ron, 1980) o directamente en la falta de conocimientos conceptuales y procedimentales (Stewart, 1982).

Por otro lado, utilizar como estrategia en Ciencias la resolución de problemas puede en ocasiones no ser un buen método. Este es el caso de profesores que se dedican a explicar primero toda la teoría del tema, por ejemplo, fluidos en 4º de la E.S.O., que elaboran sus propias fichas de problemas y se dedican los tres o cuatro días siguientes a mandar como deberes series de entre cinco y seis problemas por día para ser corregidos al día siguiente en la pizarra por los propios alumnos que van saliendo de dos en dos a una pizarra previamente seccionada por la mitad con la tiza para que ambos puedan resolver su ejercicio mientras el resto de compañeros se dedica a observar o en el peor de los casos, se limita a copiar. Bajo estas condiciones, el aprendizaje no se considera aprendizaje, los alumnos se comienzan a aburrir y acuden a clase sabiendo que “hoy toca ejercicios de lo que sea”. Lo cierto es que, metodologías así como la tradicional son las que hay que parar.

Sin embargo, en los últimos años han aparecido nuevas propuestas didácticas sobre el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en Ciencias incluyendo una metodología nueva. El ABP propone la resolución de problemas combinando reflexión e investigación por parte de los alumnos basándose en trabajo cooperativo, no de carácter individual. Benito y Cruz (2005), señalan que este tipo de aprendizaje fomenta además, una comprensión vigorosa y la creatividad.

Las estrategias que proponen el cambio conceptual, en comparación con la enseñanza tradicional, tienen en cuenta al mismo nivel las ideas de los alumnos y del profesor. Del mismo modo, los alumnos participan en la clase activamente, promovidos y animados por el docente para que expresen sus percepciones. Esta estrategia supone el inicio las posturas constructivistas, consideradas alternativas a la enseñanza tradicional y a la enseñanza por descubrimiento. Se habla de cambio conceptual y metodológico vinculados entre sí (Carrascosa y Gil, 1985; Gil, 1994; Segura, 1991).

La estrategia de la investigación dirigida el aprendizaje de Ciencias tiene igualmente trabas; una de ellas tiene que ver con el poco desarrollo de la capacidad investigadora de los estudiantes teniendo el profesor que anticipar algunas dificultades, y sobre todo que esta estrategia supone un enfoque distinto en el esfuerzo del alumno que muchas veces prefieren recibir la clase de explicaciones no resultándoles interesantes los trabajos de investigación guiada por el docente aunque desde mi punto de vista, me parece un buen método. Si ya está la educación científica como está, no vamos a alimentar más la poca tendencia del alumno a investigar, lo que hay que hacer es cambiar ese prejuicio y esa actitud proponiendo actividades más abiertas y atractivas para despertar el interés a la vez que el profesor le guía en los procedimientos.

Para finalizar, lo que ocurre en la estrategia de enseñar Ciencias mediante el desarrollo de la metacognición es que se sabe que es un factor muy importante de cara a la enseñanza de éstas pero las investigaciones realizadas por autores del área científica lo dejan en campos de la psicología. Resumiendo, los problemas cognitivos rara vez se orientan a la enseñanza de las Ciencias (Campanario, en revisión).

Se observa que el punto de partida de las dificultades que presentan las diferentes estrategias de enseñanza son debidas a resistencias a la innovación tanto por parte de los docentes como del alumnado.

## **7.2. Análisis internacional del rendimiento de los estudiantes de Ciencias**

La evaluación del alumnado se lleva a cabo a través de estudios internacionales donde interesa conocer la posición relativa que ocupa cada país según los puntos obtenidos. Es por ello que paso a relatar a través de las puntuaciones obtenidas en Ciencias por nuestros estudiantes, la posición que ocupa España internacionalmente en función del nivel de aprendizaje escolar científico. Estos estudios también se hacen para las destrezas de lectura y matemáticas pero por lo que respecta al presente trabajo solo se hace mención a la evaluación científica.

### 7.2.1. Estudios internacionales sobre el rendimiento de los estudiantes en Ciencias

Destacan dos estudios internacionales a gran escala:

- ✓ **TIMSS**, Tendencias en el Estudio Internacional de Matemáticas y Ciencias, es el acrónimo de *Third International Mathematics and Science Study*. Se trata de un proyecto de evaluación internacional del aprendizaje escolar en matemáticas y Ciencias en los alumnos de 4º de Primaria y 2º de E.S.O. en España, realizado por la *International Association for the Evaluation of Educational Achievement* (IEA), es decir, por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo fundada en 1959. Tanto en la prueba de matemáticas como de Ciencias se siguen dominios de contenidos y dominios cognitivos. Solo consideraremos las pruebas aplicadas en Ciencias.
- ✓ **PISA**, Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes. Es el acrónimo de *Programme for International Student Assessment*. Mide los conocimientos y las destrezas en comprensión lectora, matemáticas y Ciencias de los alumnos de 15 años. Esta evaluación se realiza cada tres años. Evalúa lo que los estudiantes saben y son capaces de hacer con lo que saben. De nuevo, solo consideraremos los resultados científicos de nuestro país.

El primer estudio TIMSS en España se realizó en 1995 y desde 1999 se lleva a cabo en ciclos de cuatro años, es decir, se ha realizado también en los años 2003, 2007 y 2011. Como ya he mencionado anteriormente, la prueba TIMMS sobre el rendimiento escolar tiene lugar sobre el alumnado de 4º de Primaria y 2º E.S.O. Sin embargo, debido a que la prueba PISA se realiza en los alumnos de 15 años, España consideró oportuno aplicar TIMMS exclusivamente en 4º de Primaria.

TIMMS ha instaurado un modelo curricular; el currículo prescrito equivale al especificado por el propio sistema educativo, el currículo aplicado equivale con lo que

realmente se enseña en el aula mientras que el currículo logrado hace referencia a lo que los estudiantes aprenden.

TIMMS establece cinco niveles de rendimiento en función de la puntuación:

**Tabla I:** Niveles de rendimiento en función de la puntuación

<b>Niveles de rendimiento</b>	<b>Puntuación</b>
Nivel bajo	De 400 a 475 puntos
Nivel intermedio	De 475 a 550 puntos
Nivel alto	De 550 a 625 puntos
Nivel avanzado	De 625 o más

**Fuente:** PIRLS - TIMMS 2011. Estudio Internacional de progreso en comprensión lectora, matemáticas y Ciencias. IEA. Volumen I. Informe Español. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. España.

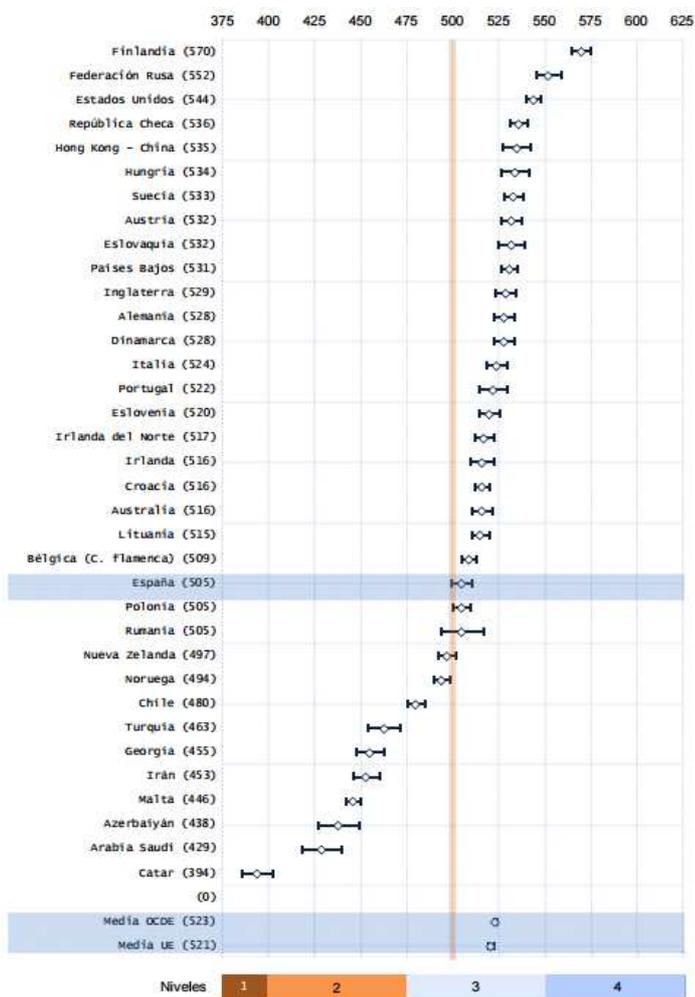
La siguiente ilustración representa los datos de las puntuaciones medias globales en Ciencias de los alumnos de los distintos países que participaron. España ocupa el puesto 23 de los 35 países que participaron con 505 puntos. Por otro lado, la puntuación obtenida por los alumnos españoles es inferior a las medias OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, (523) y UE, Unión Europea,<sup>1</sup> (521) en 18 y 16 puntos respectivamente.

Los 5 países con mejor puntuación son: Finlandia (570), Federación Rusa (552), Estados Unidos (544), República Checa (536) y Hong Kong-China (535).

---

<sup>1</sup> Las Medias OCDE, Media UE se refieren a los promedios calculados con los países de la OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, y Unión Europea que han participado en el estudio TIMSS

**Figura 1:** Promedios globales en Ciencias (TIMMS)



**Fuente:** PIRLS - TIMMS 2011. Estudio Internacional de progreso en comprensión lectora, matemáticas y Ciencias. IEA. Volumen I. Informe Español. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. España.

Podemos observar en la gráfica, que los datos promedios de Bélgica (509), Rumanía y Polonia (505) apenas tienen diferencias significativas con España e incluso, países europeos como Noruega (494) y Malta (446) tienen resultados inferiores a España (505).

A la vista de estos datos se puede decir que los estudiantes españoles están a la cola en lo que a resultados en Ciencias se refiere.

Por otro lado, el informe PISA, evalúa lo que los estudiantes de 15 años son capaces de hacer con lo que han aprendido, es decir, como sacar máximo rendimiento a sus conocimientos y destrezas cognitivas. Como se ha dicho anteriormente, esta evaluación profundiza en tres competencias: lectora, matemática y científica. Esta última engloba las siguientes materias: biología, geología, física, química y tecnología.

El informe PISA en 2012 se aplicó en 65 países de los cinco continentes, incluyendo los 34 que forman parte de la OCDE.

**Tabla II:** Clasificación de los países que participan en PISA

	<b>Países que participan en PISA</b>
<b>Países de la OCDE</b>	Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, Corea del Sur, Dinamarca, Eslovenia, España, Estados Unidos, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Israel, Italia, Japón, Luxemburgo, México, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Portugal, República Checa, Eslovaquia, Reino Unido, Suiza, Suecia, Turquía
<b>Otros países europeos</b>	Albania, Bulgaria, Croacia, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Macedonia, Malta, Montenegro, Rumanía, Serbia
<b>Otros países americanos</b>	Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica,

	Antillas Holandesas, Panamá, Perú, Trinidad y Tobago, Uruguay, Venezuela (Miranda)
<b>Países africanos</b>	Mauricio, Túnez
<b>Asia Central</b>	Azerbaiyán, Georgia, Kazajistán, Kirguistán, Moldavia, Federación Rusa
<b>Extremo Oriente</b>	China (Hong-Kong, Macao y Shanghai), Taiwan, La India (Imachal Pradesh y Tamil Nadu), Indonesia, Malasia, Singapur, Tailandia y Vietnam
<b>Próximo Oriente</b>	Jordania, Catar, Emiratos Árabes Unidos

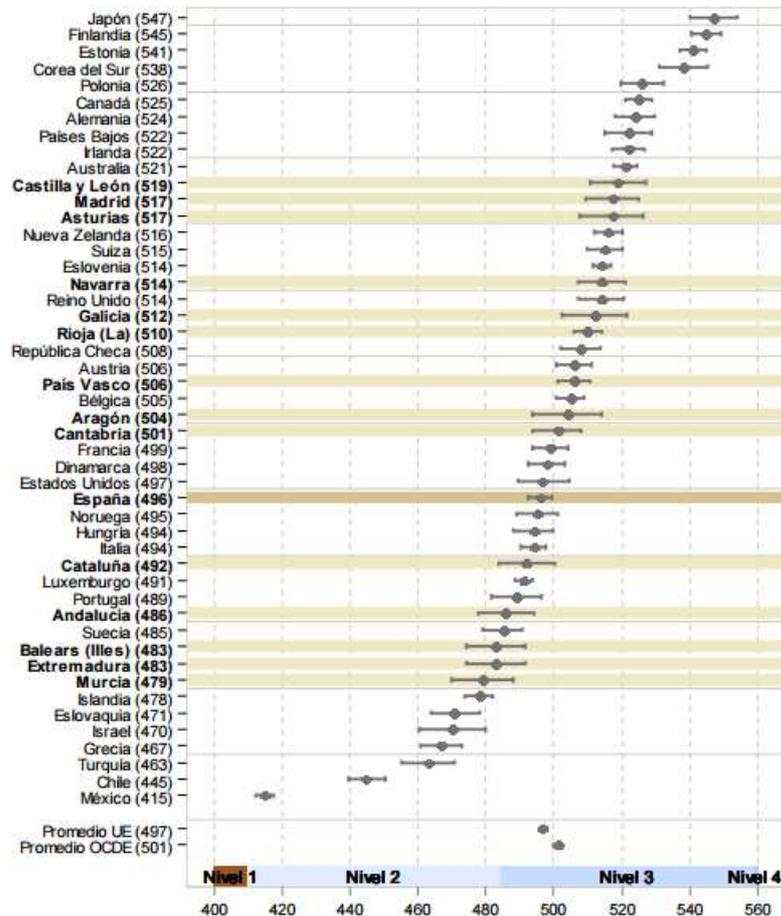
**Fuente:** Informe Español PISA 2012. Volumen I: Resultados y Contexto.

La siguiente figura muestra la puntuación media obtenida por los países de la OCDE y las comunidades autónomas españolas en Ciencias, así como el promedio del conjunto de los países de la OCDE y de la UE.

Por un lado, el promedio de la OCDE en Ciencias es de 501 puntos y el de la Unión Europea 497 puntos frente a España que obtiene 496 puntos, solo 5 puntos por debajo del promedio OCDE. Sin embargo, la puntuación más alta es 497 puntos que le corresponden a Estados Unidos, le sigue Dinamarca con 498 y Francia con 499 puntos. La puntuación más baja es para México con 415 puntos.

Comparando el último informe PISA 2012 con 2009 y 2006 el resultado español en la competencia científica en ambos años fue de 488, siendo muy próximo también en 2003 con 487.

**Figura 2:** Puntuaciones medias en ciencias por países y comunidades autónomas con intervalo de confianza al 95% para la media poblacional



**Fuente:** Informe Español PISA 2012. Volumen I: Resultados y Contexto.

Entre 2009 y 2012 hemos mejorado 8 puntos, no es muy significativo pero al menos es un aumento y no una disminución. Los resultados muestran que el rendimiento se mantiene estable en relación a los años anteriores, sin olvidarnos que el resultado total está por debajo del promedio. Del mismo modo, resaltar las diferencias en las comunidades autónomas, Castilla y León 519, Madrid y Asturias 517 puntos. Finalmente, cabe destacar que mientras los chicos obtienen mejores resultados en la competencia científica y matemática, las chicas obtienen mejores

resultados en la competencia lectora. Veremos a ver qué resultados obtienen nuestros alumnos este año 2015.

Respecto al nivel de rendimiento en Ciencias en el informe PISA 2012, un 18% del alumnado se encuentran en el nivel más bajo del rendimiento en Ciencias o por debajo del mismo en los promedios de la OCDE y de la UE. En España, dicho porcentaje es del 16%, es decir, 2 puntos inferior. Por otro lado, las tres comunidades autónomas españolas con mejores resultados en cuanto a nivel bajo del rendimiento en Ciencias son Castilla y León con un 9% del alumnado, Madrid con un 10% y en Navarra con un 11%.

### **7.3. Propuestas didácticas para la mejora de la enseñanza de Ciencias en la Educación Secundaria**

Llegados a este punto, somos conscientes de la poca relevancia que tiene la enseñanza de Ciencias, concretamente de Física y Química, en nuestro país. A lo largo de las últimas reformas educativas, hemos podido observar como su importancia ha ido descendiendo gradualmente sufriendo un gran deterioro hasta el punto de ofrecer dicha asignatura, junto con Biología y Geología, optativas en el cuarto curso.

El nivel educativo Educación Secundaria Obligatoria, como su propio nombre indica implica una obligatoriedad durante sus cuatro años, que debería ser aplicada no solo a la asistencia de los estudiantes a clase, también a cursar asignaturas tan importantes como éstas a lo largo de todo el ciclo. Vivimos en una sociedad totalmente inmersa en la Ciencia y la Tecnología y no podemos permitirnos, pese a que de por sí las Ciencias despiertan desinterés y requieren esfuerzo, ofrecer la oportunidad a los alumnos de “quitárselas de en medio” porque la Ley Orgánica de Educación lo haya dictaminado así. Es un error en toda regla, lo que hay que hacer es buscar soluciones, y nuevas estrategias desde su inicio en Secundaria para promover un espíritu pro-científico en nuestros estudiantes facilitando el aprendizaje de estas asignaturas. Del mismo modo, convendría un aumento de horas de impartición de estas asignaturas a la semana. De hecho, en el colegio en el que he estado realizando las prácticas no imparten en 3º y 4º de E.S.O. las dos y tres horas respectivas de

Biología y Geología y Física y Química, ellos tienen horario ampliado, en otras palabras, este centro se imparte una hora más a la semana de cada una de las materias. En 3º E.S.O. da tres horas de ambas mientras que en 4º E.S.O da cuatro horas a aquellos alumnos que previamente las han elegido como optativas.

A pesar de que la propuesta del aumento del peso específico en carga lectiva de estas asignaturas en el currículo es una buena sugerencia, no implica que se vayan a obtener mejores actitudes y resultados por impartir más horas si se mantiene como obstáculo el tipo de enseñanza que el profesor ofrece que no favorece el aprendizaje de las Ciencias. En este caso ¿de qué serviría tener más horas si por ejemplo, la clase sigue siendo en su mayoría magistral? Se ha de mejorar la calidad de la enseñanza y promover propuestas innovadoras para solventar la crisis en la educación científica.

También sería conveniente promover jornadas de orientación para que tanto padres como alumnos sean conscientes de la decisión que puede suponer no elegir una optativa científica en una sociedad totalmente vinculada a la Ciencia y a la Tecnología.

### **7.3.1. Aprendizaje apoyado con prácticas experimentales**

Desgraciadamente, aunque la mayoría de los colegios cuentan con laboratorios integrados en sus instalaciones, la realidad es que se sigue sin prestar la atención necesaria al carácter experimental que tienen las Ciencias. Esto se traduce, en que los laboratorios permanecen cerrados en su mayor parte de tiempo con escasa práctica experimental suponiendo otro obstáculo en la motivación del alumnado. Precisamente, lo que hay que hacer con los estudiantes es promover la experimentación científica. El profesor ha de explicar los conceptos apoyándose en la realización de prácticas sencillas en el aula-laboratorio. No siempre es necesario tener material de laboratorio, ya que en muchas ocasiones es caro pero con materiales cotidianos también se puede salir del paso en las prácticas de laboratorio escolar y llegar a los estudiantes. Con ello, conseguimos que el interés del alumnado no decaiga.

Mostraré a continuación un par de propuestas de proyectos españoles que demuestran como modificando la didáctica de asignaturas experimentales, se abre un abanico de posibilidades para experimentar sin necesidad de altos costes. Los estudiantes trabajarán con productos de la vida cotidiana (alimentos, bebidas, envases, etc.) que les permitirán conocer aspectos de la realidad impulsando la motivación en el alumnado e interés.

#### *a. Proyecto “Química Cotidiana”*

Se trata de un proyecto de innovación en Ciencias que se desarrolla en el Centro de Documentación y Experimentación en Ciencias y Tecnología del Departamento de Educación de la Generalitat de Cataluña, cuyo objetivo es promover que se pueden relacionar materiales y sustancias de la vida cotidiana con los contenidos de Química de Secundaria.

Los autores del proyecto, Caamaño, Corominas, Segura y Ventura (s.f.), propusieron como objetivo utilizar alimentos, bebidas, fármacos, embalajes y productos de limpieza como recursos didácticos para comprender las propiedades, usos y aplicaciones de la química a la vida cotidiana.

Previo desarrollo de las actividades, se tienen en cuenta tanto las dificultades conceptuales de aprendizaje como ideas previas que los alumnos tienen acerca de los contenidos con sus posibles concepciones erróneas para elaborar una serie de actividades organizadas correctamente para ayudar al aprendizaje. Dichas actividades han de promover el espíritu de la indagación e investigación, han de tener siempre presente el vínculo Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS), ha de promover el uso de las tecnologías de la información y fomentar el trabajo cooperativo en grupo.

Las actividades propuestas con los recursos didácticos mencionados anteriormente son las siguientes:

Alimentos: clasificación de una serie de alimentos dados. Investigar por qué unos se conservan en la nevera y otros se pueden mantener a temperatura ambiente en un armario. Averiguar cómo mediante técnicas de cocina se producen cambios fisicoquímicos en la comida y distinguir cambio físico del químico. Por ejemplo;

Si troceamos carne no cambia la naturaleza de la sustancia, sólo el aspecto físico. La carne sigue teniendo el mismo aspecto pero en vez de un filete, tenemos muchos trozos. En cambio si cogemos el filete y lo ponemos a freír en la sartén con aceite, la naturaleza de la carne ya no es la misma. En otras palabras, se ha pasado de tener carne cruda a carne frita. Han cambiado las propiedades de la sustancia y en consecuencia, se ha producido un cambio químico. El propósito es entender que casi todos los alimentos son dispersiones y que cuando se cocinan se generan reacciones químicas.

Bebidas: al igual que los alimentos son importantes para la vida del hombre, la bebida también lo es. Las bebidas proporcionan un amplio abanico de oportunidades para trabajar en el laboratorio con ellas. Desde su clasificación en aguas, lácteos, carbónicas, alcohólicas, etc., al hecho de observar su etiquetado y ver los compuestos que las forman y los aditivos que llevan. Del mismo modo, se puede determinar el grado de alcohol de una bebida alcohólica por la técnica de destilación para posteriormente entablar un debate sobre efectos nocivos de este tipo de bebidas sobre el organismo.

Las bebidas son un buen recurso didáctico debido a que da mucho juego en el laboratorio. Pretende intercalar el consumo y salud con conceptos de dispersión mezcla, solución, solubilidad, etc.

Envases y embalajes: vivimos en una sociedad en la que alimentos, bebidas, muebles, electrodomésticos, etc., vienen contenidos en recipientes de distintos materiales. La experiencia didáctica en este caso consiste en que los alumnos traigan de casa algunos de los envases o embalajes que tengan para observar los materiales, analizarlos y posteriormente clasificarlos. Además, esta actividad permite, como en el

caso de las bebidas alcohólicas, establecer un debate sobre la importancia del reciclaje al ser una sociedad que constantemente está generando residuos.

Medicamentos: Clasificación de los fármacos en antisépticos, antiácidos o analgésicos. Importancia de la lectura de sus prospectos. Se trabaja con el botiquín que se tenga en casa o en el colegio. Investigar cómo se elaboran hoy en día los medicamentos en los laboratorios de las farmacéuticas. A través de los fármacos se estudian conceptos como el de dispersión, reacción química y solución.

Productos de limpieza: tanto los jabones como los detergentes son productos que utilizamos para aseo personal y de nuestra ropa. Esta secuencia de actividades propone estudiar la composición de los jabones y detergentes: blanqueadores, enzimas, tensioactivos, etc., así como facilitar el aprendizaje de los conceptos de acidez y basicidad comparando distintos productos de limpieza que se tienen en el hogar como el amoníaco y la lejía entre otros.

### *b. Estudios culinarios*

Cabezas, de Frutos y Martín (s.f.), profesionales de la enseñanza de Ciencias Experimentales en Secundaria y Bachillerato en el Colegio Internacional SEK – Ciudadcampo (Madrid), conscientes del daño que está sufriendo el aprendizaje de estas materias pensaron para reavivar la enseñanza de las Ciencias Experimentales incorporar una nueva didáctica, llamada “Gastronomía molecular”.

La cocina es como un pequeño laboratorio y los cocineros al preparar los platos con sus distintas técnicas de preparación de la comida equivalen a científicos tomando muestras, pesándolas, calentándolas, etc.

En este caso participaron en la actividad alumnos de Bachillerato. Las prácticas consistieron en crear un menú de comida para hacerlo más apetecible. Posteriormente, los platos se mostraban a compañeros de cursos inferiores. El menú fue el siguiente:

- Primer plato: huevos duros con mayonesa, mediante el cual se analizan, entre otros procesos, la influencia de las temperaturas en la desnaturalización de las proteínas de la yema y de la clara del huevo.
- Segundo plato: carne con guarnición de verduras, llamada en términos científicos “Carne a la Maillard con guarnición osmótica”. Se observa el resultado de los distintos modos de cocinar la carne, su desnaturalización y la aparición del color pardo, entre otros parámetros.
- Postre: creps con caramelo, nombrado en terminología científica “*Mezcla de biomoléculas con sustancias casi puras*” a través el cual se estudian propiedades y procesos de degradación de azúcares como la sacarosa.

Se trata de modificar la didáctica de las Ciencias fomentando metodologías abiertas y creativas en las que se despierte la motivación del alumnado con prácticas culinarias sencillas en las que lo único peligroso puede ser utilizar temperaturas elevadas en la cocina pero que no siempre es necesario. El hecho de seguir el currículo de manera cerrada y obtusa impide ideas creativas y que ayuden a despertar el interés tan necesario en materias como Física y Química que están en la cuerda floja. De hecho, en este colegio se entusiasmaron tanto que decidieron participar en la Feria Madrid por la Ciencia.

### 7.3.2. Aprendizaje fundamentado por mapas conceptuales

Los mapas conceptuales fueron creados por Novak, un profesor estadounidense en 1975 basándose en el aprendizaje significativo de Ausubel. Como se mencionó anteriormente, este aprendizaje está caracterizado por la vinculación de las ideas, conceptos y conocimientos previos del alumno, es decir, de su estructura cognitiva previa, y su relación con la nueva información. Para Ausubel, la relación entre los nuevos conocimientos y los que el sujeto ya posee en su estructura cognoscitiva, ha de ser no arbitraria y sustancial. Además, los conocimientos del sujeto han de estar ordenados en jerarquía por niveles o grados de importancia.

Los mapas conceptuales son considerados un instrumento que permite relacionar conocimientos de forma gráfica. Para Novak (1988) el aprendizaje significativo en los

colegios no tiende a usarse como modelo, siendo el aprendizaje memorístico el que predomina. Novak, sugiere dejar atrás la rutina de aprender a través de mecanismos de repetición y memoria e investiga el uso de estas herramientas en didáctica de las Ciencias Experimentales.

La idea es fomentar el uso de estrategias que ayuden a los alumnos a impulsar la competencia aprender a aprender. En este sentido, los mapas conceptuales son una herramienta muy útil de organización y clasificación de los conocimientos. Están formados por:

- Conceptos: son las palabras clave.
- Propositiones: son palabras-enlaces que unen las ideas.
- Conectores: líneas que vinculan los conceptos sobre las cuales se escriben las proposiciones para que la unión tenga sentido.

Existen distintos tipos de mapa conceptual pero la Universidad de Illinois los ordena en función de su estructura gráfica:

- ✓ Jerárquico, araña, organigrama, sistémico, paisaje y/o multidimensional.

Los mapas conceptuales ayudan a los alumnos a tener una visión completa del tema y los contenidos que se van a enseñar y que van a tener que aprender. Además, al estar los conceptos organizados por niveles de importancia, los mapas conceptuales suponen una herramienta que favorece el recuerdo visual, la importancia de los conceptos o palabras claves y cómo están conectados unos con otros. Igualmente, contribuyen precisando ideas, clasificando, ordenando y fortaleciendo la comprensión de los conocimientos. La investigación realizada por González (1992), sugiere según numerosos estudios, que la elaboración de mapas conceptuales favorece el aprendizaje significativo mostrando un aumento del entendimiento de los conceptos por parte de los alumnos.

Es conveniente resaltar la importancia de estrategias como estas entre los profesores para fomentar el aprendizaje significativo. Es más, tengo mi propia aportación respecto a este método como experiencia personal. Durante el mes de febrero 2015 tuvo lugar la impartición de la especialidad de este Máster, y dado que mi especialidad es Ciencias Experimentales, tuve la gran suerte de toparme con un profesional de la Química como fue Don Benito Lacalle Pareja que nos enseñó entre muchas cosas, innovación educativa en Ciencias con el método de los mapas conceptuales. Nos mostró una herramienta de trabajo virtual <https://bubbl.us/> con la que se puede elaborar tus propios mapas conceptuales.

*Bubbl* es una herramienta web, no hace falta tener nada instalado en el ordenador. Cuando accedemos a la página, nos da la opción de entrar como alumno sin registro o crear una cuenta que nos permite crear hasta tres mapas conceptuales. Una vez registrado, creamos el mapa. Existen vídeos tutoriales en *Youtube* que permite seguir sin pérdida cómo utilizar el programa.

En el período de realización de las prácticas, tuve la oportunidad de programar una unidad didáctica, y lo primero que hice fue crearme mi mapa conceptual para cuando me tocara dar la clase empezar el tema conociendo las ideas previas que tenían los alumnos acerca de él. Posteriormente, escribí en la pizarra el mapa con los conceptos claves, los subniveles y las conexiones entre ambos. En este caso yo lo hice manual pero podía haber usado perfectamente la aplicación web citada. De hecho, la idea de presentarles el tema con mapas conceptuales fue gracias a haberlos conocido como estrategia didáctica el mes anterior. Esta herramienta me permitió presentar los contenidos del tema a los alumnos de manera clara y precisa. Del mismo modo, a ellos les sirvió para entender lo que se iba a explicar y cómo están relacionados los distintos puntos dentro del tema. Los estudiantes lo anotaron en su cuaderno permitiéndoles seguir en todo momento el tema. Considero los mapas conceptuales un instrumento que ha de incrementarse su uso en las aulas debido a que ayuda tanto a los profesores a explicar como a los alumnos ya no solo a entender si no a aprender.

### 7.3.3. Tecnologías de la Información y la Comunicación

En la actualidad, fruto de vivir en una sociedad tecnológica el vínculo Ciencia-Tecnología -Sociedad cada día es más fuerte, promoviendo que la enseñanza esté íntimamente ligada al uso de la Tecnología de la Información y Comunicación (TIC). Sin duda, el hecho por el que va a destacar el S. XXI es por la integración plena de las TIC en ámbito personal y profesional. El uso de las TIC supone una revolución en la educación (Ortega y García, 2007). Es más, en las escuelas se está fomentando el *E-Learning* a través de aparatos tecnológicos con el fin del desarrollo de actitudes, habilidades, destrezas y de trabajar la competencia para el tratamiento de la información y digital.

El uso de las TIC supone una serie de recursos didácticos interactivos que permite despertar el interés del alumnado al modificarse el modo de enseñanza-aprendizaje al que están acostumbrados y facilitar el aprendizaje proponiendo nuevos enfoques didácticos. El estudio de asignaturas científicas ha de impulsar el trabajo investigativo por parte del alumno, el aprender a descubrir que decíamos anteriormente. En este aspecto las TIC ayudan a contribuir a la instrucción de los alumnos.

Las TIC en clases de Ciencias pueden servir según Pontes (2005) entre otros fines para:

- ✓ Búsqueda de información.
- ✓ Refuerzo para las explicaciones de clase. Vídeos explicativos.
- ✓ Simulaciones virtuales de contenidos escolares.
- ✓ Autoevaluaciones al finalizar el tema para comprobar aprendizaje o carencias.

El artículo de investigación en el que me baso, López y Morcillo (2007), proponen las TIC con software específico para manejar un laboratorio virtual en la asignatura de Biología y Geología en Educación Secundaria en casos que los laboratorios de los colegios sean inexistentes o en el caso de existir, que no se usen. La idea es trabajar con laboratorios virtuales para suplir la escasa realización de prácticas experimentales en la edad escolar a la vez que se motivan y aprenden.

Algunas de las páginas que hay por la red de simulaciones y laboratorios virtuales sobre contenidos de Biología y Geología y Física y Química son:

- [http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeov/Animaciones/Indice\\_anim.htm](http://web.educastur.princast.es/proyectos/biogeov/Animaciones/Indice_anim.htm)
- <http://web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/Laboratorio/AccesoZV.htm>

A pesar de que encontramos laboratorios virtuales de Física y Química a nivel de la E.S.O. en nuestro país, la búsqueda de laboratorios virtuales de Biología y Geología no tiene mucho éxito, existen en otros idiomas pero no en español, por lo que sería una buena propuesta para programadores que los crearan con el fin de ayudar a la didáctica de las Ciencias y a nuestro alumnado a aprender interactivamente a pesar del escaso uso de laboratorios presenciales.

Lo que ocurre con los estudiantes de Ciencias es lo siguiente, si por una parte existe un laboratorio físico en el centro escolar pero por las razones que sea no se usa y tampoco disponemos de otros medios como ahora las TIC que nos ofrecen su interactividad, estamos ante generaciones de jóvenes que si decidieran estudiar carreras científicas, llegarían su primer día al laboratorio de la universidad sin saber moverse ni relacionarse con el entorno. Caso que personalmente ocurrió con mi generación. Ya de por sí Ciencias es una rama que no es fácil como para ir sumándole extras por el camino. Luego nos sorprenderemos del bajo número de alumnos, del desinterés y del rechazo que generan estas asignaturas.

Por lo tanto, el uso de laboratorios virtuales aparte de contribuir al desarrollo de un nuevo enfoque didáctico de las Ciencias, solucionaría inconvenientes que pueden ocurrir en un laboratorio real como quedarse sin reactivos, que salga mal una práctica laboriosa y tenerla que repetir pero no disponer de tiempo material suficiente, realizar muchas prácticas en vez de una o dos reales si hay suerte, etc.

#### 7.3.4. Enfoque lúdico

En el artículo de investigación de Rodríguez (2007), se propone la enseñanza de Ciencias de la Naturaleza desde un enfoque lúdico que impulse la participación activa de los alumnos en la construcción de sus propios conocimientos estimulando y reavivando su curiosidad por el mundo científico y por la investigación desde el juego en constante interacción grupal. No hay que olvidar que el juego es el medio no el fin. Se trata de una propuesta para motivar el estudio de Ciencias entre nuestros adolescentes con enfoque lúdico- didáctico.

El juego permite que las relaciones alumnos- profesor sean más estrechas. Del mismo modo, al tratarse de actividades en grupo, se impulsan las relaciones comunicativas y la toma de decisiones. Igualmente, ayudan a fomentar la participación e interés. Mediante los juegos lúdico-educativos se impulsa la motivación cuyo fin es acertar las preguntas para ganar. Se trata de una propuesta didáctica eficaz.

En internet encontramos multitud de juegos con fines educativos que permite al alumno conocer lo que sabe y reforzar aquello en lo que ha fallado. Algunos de estos juegos son:

- ✓ “Testeando. Si estás testeando estás aprendiendo”. Se trata de un juego estilo trivial pero con preguntas agrupadas por cursos y asignaturas.
- ✓ “La oca de las Ciencias. Contenido educativo digital”. Equivale al clásico Juego de la Oca pero la ficha es una rana. Se salta de hoja en hoja y entre tanto se formulan preguntas de contenido científico para que el jugador mediante sus aciertos pueda avanzar casillas.

Los alumnos mientras juegan no se dan cuenta que están aprendiendo a la vez que se están divirtiendo. De hecho, enlazando con el apartado anterior de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, tanto este tipo de actividades interactivas como los laboratorios o simulaciones virtuales son oportunidades de introducir los aparatos tecnológicos en el aula. Tanto los juegos tipo test como las autoevaluaciones en

páginas web que mencionamos en el punto anterior, sirven para la previa preparación de los exámenes permitiendo a los alumnos conocer sus puntos débiles respecto al tema que se van a examinar.

Pienso que hoy en día, tanto el uso de las TIC como del juego con fines lúdico-educativos, son buenos métodos didácticos para impulsar la enseñanza- aprendizaje de las Ciencias en Secundaria, sobre todo teniendo en cuenta que la mayoría de los niños desde pequeños son usuarios de *tablets* o *ipads*. De hecho, no sorprendería afirmar que se desenvuelven mejor ellos ante las nuevas tecnologías que los adultos. Respecto a este asunto, no quiero olvidarme mencionar que quizá un obstáculo en el uso de las nuevas tecnologías en los centros escolares sea aparte de que el centro disponga o no de ellos, la predisposición de los docentes, ya que los profesores no son programadores y puede que les falte instrucción en este sector pero manteniendo una buena actitud y voluntad hacia su utilización, los considero una gran propuesta educativa que sin duda promueve el interés y la participación en asignaturas tan necesitadas de ello como son las materias científicas.

Juegos similares a estos, los jóvenes y no tan jóvenes los podemos encontrar en la aplicación *App Store* de los móviles *Android*. Dos de ellos a destacar por la similitud al programa Testeando son “Preguntados” y “Triviados”, la única diferencia respecto a los anteriores es que en estos no se puede elegir ni la asignatura ni el curso, aquí es más parecido al trivial donde se trabajan todas las destrezas, y por supuesto, tienen un nivel más elevado.

## **8. CONCLUSIONES**

A raíz de la investigación previa que he realizado y teniendo en cuenta la importancia de la alfabetización científica de la población independientemente de su posterior profesión en sectores científicos, he llegado a las siguientes conclusiones:

1. La enseñanza de las Ciencias en España está sufriendo un deterioro a lo largo de las últimas décadas con el paso de las distintas reformas educativas.
2. Fruto de la complejidad de la materia y de metodologías de enseñanza no apropiadas existen dificultades en su aprendizaje.
3. Los tres factores que hay que tener en cuenta en el aprendizaje de las Ciencias son las ideas previas, las concepciones epistemológicas y los procesos de razonamiento.
4. Los principales conflictos que pueden surgir a los alumnos en el aprendizaje de las Ciencias son los conceptos, los procedimientos y las actitudes erróneas.
5. Comparando estudios internacionales sobre el nivel de aprendizaje de los alumnos españoles en Ciencias frente a otros países seguimos por debajo de la media de la OCDE.
6. El aprendizaje de las Ciencias debe cambiar su estrategia de enseñanza siendo más atrayente y eficaz. Se ha de promover una nueva didáctica de las Ciencias.
7. La desmotivación del alumnado está en parte motivada por la aún existencia de metodologías de enseñanza- aprendizaje no adecuadas como es la enseñanza tradicional y memorística, que fomenta la pasividad de los estudiantes e impide el desarrollo de su capacidad investigadora.
8. El profesorado debe modificar la metodología de enseñanza de las asignaturas científicas incorporando nuevas didácticas. El docente debe promover el trabajo cooperativo y clases activas donde el alumnado participe. Se ha de fomentar el aprendizaje significativo combinándolo con enfoques lúdico-educativos aprovechando las oportunidades que nos ofrecen las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

## 9. REFERENCIAS

*Biografías y vidas: David Ausubel* (s.f.). Recuperado el 8 de mayo de 2015, de <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/a/ausubel.htm>

*Biografías y vidas: Jean Piaget* (s.f.). Recuperado el 8 de mayo de 2015, de <http://www.biografiasyvidas.com/biografia/p/piaget.htm>

Caamaño, A., Corominas, J., Segura, M. y Ventura, T. (s.f.). Química Cotidiana: un proyecto para la enseñanza de una Química contextualizada en la Educación Secundaria Obligatoria. *Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos*, 53.

Caballero. M. C., Greca. I. M., Moreira. M. A. y Rodríguez. M.L. (2008). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. Recuperado el 8 de mayo de 2015, de <http://www.udea.edu.co/portal/page/portal/bibliotecaSedesDependencias/unidadesAcademicas/FacultadCienciasExactasNaturales/BibliotecaDiseno/Archivos/General/LA%20TEOR%C3%8DA%20DEL%20APRENDIZAJE%20SIGINIFICATIVO.pdf>

Cabezas, C. C., de Frutos, M. M. y Martín, E. R. La enseñanza de las ciencias experimentales en Educación Secundaria. *Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos*, 83.

Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 17, pp. 179-192).

Campanario, M. (2009). *El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno*. Colección Digital Eudoxus, (8).

*Constructivismo* (s.f.). Recuperado el 8 de mayo de 2015, de [http://es.wikipedia.org/wiki/Constructivismo\\_%28pedagog%C3%ADa%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Constructivismo_%28pedagog%C3%ADa%29)

De Aránguiz Guridi, M. Y. F., Juaristi, M. R. B. y Torrecilla, S. D. L. T. Mapas conceptuales en prácticas abiertas de Físicoquímica. *Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos*, 113.

De Evaluación, I. P. (s.f.). *Dificultades en el Aprendizaje: Unificación de Criterios Diagnósticos*.

De Innovación Educativa, S. (2008). Aprendizaje basado en Problemas. *Guías rápidas sobre nuevas metodología*. Disponible en [http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje\\_basado\\_en\\_problemas.pdf](http://innovacioneducativa.upm.es/guias/Aprendizaje_basado_en_problemas.pdf).

DECRETO 23/2007 *Comunidad de Madrid*. Recuperado el 23 de abril de 2015, de [http://www.madrid.org/dat\\_capital/loe/pdf/curriculo\\_secundaria\\_madrid.pdf](http://www.madrid.org/dat_capital/loe/pdf/curriculo_secundaria_madrid.pdf).

*Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos* (2005). Recuperado el 04 de mayo de 2015, de [http://www.researchgate.net/profile/Gabriel\\_Pinto3/publication/258239780\\_Didctica\\_de\\_la\\_Fsica\\_y\\_la\\_Qumica\\_en\\_los\\_Distintos\\_Niveles\\_Educativos/links/0c960529301d58ece4000000.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Gabriel_Pinto3/publication/258239780_Didctica_de_la_Fsica_y_la_Qumica_en_los_Distintos_Niveles_Educativos/links/0c960529301d58ece4000000.pdf).

*ESO, LOE y LOMCE* (s.f.) Recuperado el 23 de abril de 2015, de <http://www.elorienta.com/escolapiasvalencia/images/CHARLA6-1ESO.pdf>.

Fernández, R. G., Ruiz, A. G. y Guío, M. D. C. Estrategias para la mejora en la calidad de enseñanza en Física y Química en la ESO. *Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos*, 25.

Gallart, M. S., Aiguadé, I. P., Carol, M. R. V. y Saso, C. E. (2003). *Comunidades de aprendizaje: transformar la educación* (Vol. 177). Grao.

Gómez, A. L. B. y Hernández, A. S. (2010). Detección y Clasificación de Errores Conceptuales en Calor y Temperatura. *Latin-American Journal of Physics Education*, 4(2), 21.

González García, F. M. (1992). Los mapas conceptuales de JD Novak como instrumentos para la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 10, pp. 148-158).

*La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación* (2012). Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Recuperado el 04 de mayo de 2015, de [http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic\\_reports/133ES.pdf](http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133ES.pdf).

Lev Vygotsky (s.f.). Recuperado el 8 de mayo de 2015, de [http://es.wikipedia.org/wiki/Lev\\_Vygotski](http://es.wikipedia.org/wiki/Lev_Vygotski)

LEY ORGÁNICA 2/2006. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, núm. 106. Recuperado el 27 de abril de 2015, de <http://www.boe.es/boe/dias/2006/05/04/pdfs/A17158-17207.pdf>.

Martín Rodríguez, C., Campo Vigurí, J., García Velásquez, Á. y Wehrle Roig, A. (1992). Enseñanza de las ciencias en la educación secundaria. *Tratado de Educación personalizada*, 24.

Moreira, M. A. (1993). *Aprendizaje significativo: Un concepto subyacente*. Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubesp.pdf>.

Mulas, F. y Morant, A. (1999). Niños con riesgo de padecer dificultades en el aprendizaje. *RevNeurol*, 28(2), S76-80.

Municio, J. I. P., Pozo, J. I. y Crespo, M. Á. G. (1998). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata.

Murphy, C. y Beggs, J. (2003). *Children's perceptions of school science*. *School Science Review*, 84, 109-116.

Nieda, J. y Macedo, B. (1998). *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. Secretaría de Educación Pública, SEP.

Oñorbe de Torre, A. y Sánchez Jiménez, J. M. (1996). Dificultades en la enseñanza-Aprendizaje de los problemas de física y química. I. Opiniones del alumno. In *Enseñanza de las Ciencias* (Vol. 14, pp. 165-170).

Ortega, J. G. M. y García, M. L. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(3), 562.

Paissan, M. H. (2006). Teoría del Aprendizaje Significativo, por David Ausubel. *El Sitio electrónico de Educainformatica.com*. Argentina.

Parte, I. Didáctica de la Física y la Química en Educación Secundaria y Bachillerato. *Didáctica de la Física y la Química en los distintos niveles educativos*, 13 (s.f.).

PIRLS – TIMMS (2011). *Estudio Internacional de progreso en comprensión lectora, matemáticas y ciencias*. IEA. Volumen I. Informe Español. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. España. <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pirlstimss2011vol1.pdf?documentId=0901e72b8146f0ca>.

PISA 2009. INFORME ESPAÑOL. *Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos*. Recuperado el 04 de mayo de 2015, de <http://www.mecd.gob.es/dctm/ministerio/horizontales/prensa/notas/2010/20101207-pisa2009-informe-espanol.pdf?documentId=0901e72b806ea35a>.

PISA 2012. INFORME ESPAÑOL. *Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos*. Recuperado el 04 de mayo de 2015, de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/pisa2012lineavolumeni.pdf?documentId=0901e72b81786310>.

*Reformas Educativas. De la LOE a la LOMCE* (s.f.). Recuperado el 27 de abril de 2015, de <http://www.larazon.es/documents/10165/0/video%282741%29.pdf>.

Reid, D. J. y Hodson, D. (1993). *Ciencia para todos en secundaria* (Vol. 1). Narcea Ediciones.

Rodríguez, C. M. (1992). *Enseñanza de las ciencias en la educación secundaria* (Vol. 24). Ediciones Rialp.

Rodríguez, F. P. (2007). Competencias comunicativas, aprendizaje y enseñanza de las Ciencias Naturales: un enfoque lúdico. REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, 6(2), 275.

Rodríguez, M., Moreira, M. A., Caballero, M. C. y Greca, I. M. (2008). La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva. *Barcelona: OCTAEDRO.[Links]*.

Romero, J.F. y Lavigne, R. (2005). *Dificultades en el Aprendizaje: Unificación de Criterios Diagnósticos*. Consejería de Educación. Junta de Andalucía.

Sierra, J. (2004). Concept Map Tools: una herramienta para aprender a enseñar y para enseñar a aprender colaborativamente. In *el IV Congreso Internacional Virtual de Educación*.

*Sobre la situación de la Física y la Química en la Educación Secundaria* (2006). Recuperado el 04 de mayo de 2015, de <http://www.ub.edu/fisica/fitxersPDF/InformeFisicaQuimica.pdf>.

Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17(67), 53-61.

Soler Pellicer, Y., Brito, L. y Gerónimo, M. (2009). Interfaz basada en mapas conceptuales como apoyo al aprendizaje. *No Solo Usabilidad*, (8).

Speering, W. y Rennie, L. (1996). Students' perceptions about science: The impact of transition from primary to secondary school. *Research in Science Education*, 26(3), 283-298.

Valdivieso, L. B. (1994). *Psicología de las dificultades del aprendizaje*. Editorial Universitaria.

Vázquez Alonso, Á. y Manassero–Mas, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 5.

## 10. ANEXOS

**Tabla I.** Algunas dificultades que los alumnos encuentran en la comprensión de conceptos del Área de Ciencias de la Naturaleza. (Adaptado de POZO y GÓMEZ CRESPO 1997b).

### GEOLOGÍA

- Considerar que la formación de una roca y un fósil que aparece en su superficie no son procesos sincrónicos. Para muchos alumnos la roca existe antes que el fósil. (Pedrinaci, 1996).

- El relieve terrestre y las montañas son vistas como estructuras muy estables que cambian poco o muy poco, excepto por la erosión (Pedrinaci, 1996).

### BIOLOGÍA

- Para muchos alumnos la adaptación biológica se basa en que los organismos efectúan conscientemente cambios físicos en respuesta a cambios ambientales, de tal forma que el mecanismo evolutivo se basaría en una mezcla de necesidad, uso y falta de uso (De Manuel y Grau, 1996).

- Algunos alumnos piensan que el tamaño de los organismos viene determinado por el tamaño de sus células (De Manuel y Grau, 1996).

### FÍSICA

- El movimiento implica una causa y, cuando es necesario, esta causa está localizada dentro del cuerpo a modo de fuerza interna que se va consumiendo hasta que el objeto se detiene (Varela, 1996).

- Interpretan el término energía como sinónimo de combustible, como algo “casi” material almacenado, que puede gastarse y desaparecer (Hierrezuelo y Montero, 1991).

## QUÍMICA

- El modelo corpuscular de la materia se utiliza muy poco para explicar sus propiedades y cuando se utiliza se atribuyen a las partículas propiedades del mundo macroscópico (Gómez Crespo, 1996).
- En muchas ocasiones no distinguen entre cambio físico y cambio químico, pudiendo aparecer interpretaciones del proceso de disolución en términos de reacciones y, estas últimas interpretarse como si se tratara de una disolución o un cambio de estado (Gómez Crespo, 1996).

**Tabla II.** Algunas dificultades en el aprendizaje de procedimientos en el caso de los problemas cuantitativos. (Extraído de POZO y GÓMEZ CRESPO, 1996)

**1.- Escasa generalización de los procedimientos adquiridos a otros contextos nuevos.** En cuanto el formato o el contenido conceptual del problema cambia, los alumnos se sienten incapaces de aplicar a esa nueva situación los algoritmos aprendidos. El verdadero problema de los alumnos es saber de qué va el problema (de regla de tres, de equilibrio químico, etc.).

**2.- El escaso significado que tiene el resultado obtenido para los alumnos.** Por lo general, aparecen superpuestos dos problemas, el de ciencias y el de matemáticas, de forma que, en muchas ocasiones este último enmascara al primero. Los alumnos se limitan a encontrar la “fórmula” matemática y llegar a un resultado numérico, olvidando el problema de ciencias. Aplican ciegamente un algoritmo o un modelo de “problema” sin comprender lo que hacen.

**3.- Escaso control metacognitivo alcanzado por los alumnos sobre sus propios procesos de solución.** La tarea se ve reducida a la identificación del tipo de ejercicio, y a seguir de forma algorítmica los pasos que ha seguido en ejercicios similares en busca de la solución “correcta” (normalmente única). El alumno apenas se fija en el proceso, solo le interesa el resultado (que es lo que suele evaluarse). De esta forma, la

técnica se impone sobre la estrategia y el problema se convierte en un simple ejercicio rutinario.

**4.- El escaso interés que esos problemas despiertan en los alumnos**, cuando se utilizan de forma masiva y descontextualizada, reduciendo su motivación para el aprendizaje de la ciencia.

**Tabla III.** Algunas actitudes y creencias inadecuadas mantenidas por los alumnos con respecto a la naturaleza de la ciencia y a su aprendizaje (Extraído de POZO y GÓMEZ CRESPO, 1996).

-Aprender ciencia consiste en repetir de la mejor forma posible lo que explica el profesor en clase

-Para aprender ciencia es mejor no intentar encontrar tus propias respuestas sino aceptar lo que dice el profesor y el libro de texto, ya que está basado en el conocimiento científico

-El conocimiento científico es muy útil para trabajar en el laboratorio, para investigar y para inventar cosas nuevas, pero apenas sirve para nada en la vida cotidiana

-La ciencia nos proporciona un conocimiento verdadero y aceptado por todos

-Cuando sobre un mismo hecho hay dos teorías, es que una de ellas es falsa: la ciencia acabará demostrando cuál de ella es la verdadera

-El conocimiento científico es siempre neutro y objetivo

-Los científicos son personas muy inteligentes, pero un tanto raras, que viven encerrados en su laboratorio

-El conocimiento científico está en el origen de todos los descubrimientos tecnológicos y acabará por sustituir a todas las demás formas del saber

-El conocimiento científico trae consigo siempre una mejora en la forma de vida de la gente

**Tabla IV.** Características principales de los tipos de Dificultades en el Aprendizaje (DA): Problemas Escolares (PE), Bajo Rendimiento Escolar (BRE), Dificultades Específicas de Aprendizaje (DEA), Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad (TDAH) y Discapacidad Intelectual Límite (DIL). Romero, J.F. y Lavigne, R. (2005).

DA	ALTERACIÓN	ORIGEN	VARIABLES PSICOLÓGICAS AFECTADAS	PROBLEMAS DE CONDUCTA
PE	Procesos de enseñanza-aprendizaje: -DA Inespecíficas -Problemas de Adaptación Escolar	Extrínseco (sociofamiliares, absentismo,) etc.		
BR	Procesos de enseñanza-aprendizaje: -Lagunas de aprendizaje - DA Inespecíficas -Comportamiento -Adaptación Escolar	Extrínseco (socio-familiares) e Intrínseco (desmotivación, retrasos del lenguaje).	Motivación Procesos Psicolingüísticos Habilidades de auto-regulación y control.	Inadaptación Escolar y mal Comportamiento.
DEA	Procesos de enseñanza-aprendizaje: -Dificultades Específicas de Aprendizaje (de lectura, escritura y matemáticas).	Intrínseco (alteración neuropsicológica)	Procesos Psicolingüísticos Atención Memoria de Trabajo Metacognición	
TDAH	Procesos de enseñanza-aprendizaje: -DEA -Dificultades significativas de adaptación Familiar, Escolar y Social	Intrínseco (alteración neuropsicológica) Autorregulación	Atención Memoria de Trabajo Social Internalización del lenguaje Metacognición	Inadaptación Escolar, Familiar y Social
DIL	Procesos de enseñanza-aprendizaje: -DEA -CI bajo-límite	Intrínseco (alteración neuropsicológica)	Razonamiento Atención Memoria de Trabajo Metacognición Estrategias de Aprendizaje	