



---

# Universidad de Valladolid

FACULTAD DE CIENCIAS

MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN SECUNDARIA  
OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y  
ENSEÑANZA DE IDIOMAS

Enseñanza de la Biología y la  
Geología a través del Aprendizaje  
Basado en Problemas

**Alumna: Ana M<sup>a</sup> Salvador Ibáñez**

**Tutor: Jaime Delgado Iglesias**

**Julio 2015**

*“Siembra un pensamiento y cosecharás un acto,  
Siembra un acto y cosecharás un hábito,  
Siembra un hábito y cosecharás un carácter,  
Siembra un carácter y cosecharás un destino.”*

**Samuel Smiles**

## **INDICE**

<b>1. Justificación realización TFM.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivos TFM y del tema en cuestión.....</b>	<b>2</b>
<b>3. Introducción teórica sobre aspectos de enseñanza de las ciencias.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1. Modelo Tradicional o de Transmisión-Recepción .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2. Aprendizaje por Descubrimiento o Descubrimiento Autónomo .....</b>	<b>5</b>
<b>3.3. Modelo por Investigación Dirigida .....</b>	<b>7</b>
<b>3.4. Modelo del Conflicto Cognitivo o Cambio Conceptual .....</b>	<b>8</b>
<b>3.5. Enseñanza Expositiva .....</b>	<b>9</b>
<b>3.6. Enseñanza por Explicación y Contrastación de Modelos.....</b>	<b>10</b>
<b>3.7. Modelo Constructivista.....</b>	<b>11</b>
<b>3.8. Modelo Conductista o del Condicionamiento.....</b>	<b>13</b>
<b>4. Antecedentes: qué es el método del aprendizaje basado en problemas, historia, argumentos a favor, dificultades, ejemplos, autores.....</b>	<b>15</b>
<b>4.1. ¿Qué es el método del aprendizaje basado en problemas? .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2. Historia .....</b>	<b>18</b>
<b>4.3. Argumentos a favor de esta metodología .....</b>	<b>20</b>
<b>4.4. Criticas a esta metodología.....</b>	<b>22</b>
<b>5. Aprendizaje basado en problemas en las Enseñanzas Medias.....</b>	<b>25</b>
<b>6. Aprendizaje basado en problemas en las Ciencias Naturales.....</b>	<b>30</b>
<b>6.1. ¿Qué es un problema?.....</b>	<b>30</b>
<b>6.2. ¿Qué es el método de resolución de problemas? .....</b>	<b>31</b>
<b>6.3. Resolución de problemas en la enseñanza de las Ciencias Naturales...32</b>	

<b>6.4. Ejemplos de aplicación de la resolución de problemas en la enseñanza de las Ciencias Naturales.....</b>	<b>35</b>
<b>7. Propuesta de ABP para Biología y Geología de 3º de E.S.O.....</b>	<b>40</b>
<b>7.1. Planteamiento de la Propuesta.....</b>	<b>40</b>
<b>7.2. Contextualización .....</b>	<b>41</b>
<b>7.3. Espacios .....</b>	<b>42</b>
<b>7.4. Materiales y Recursos .....</b>	<b>42</b>
<b>7.5. Metodología.....</b>	<b>44</b>
<b>7.6. Desarrollo de las actividades .....</b>	<b>45</b>
<b>8. Resultados y Discusión.....</b>	<b>51</b>
<b>9. Conclusiones y Reflexión .....</b>	<b>59</b>
<b>10. Bibliografía.....</b>	<b>62</b>

## **1. JUSTIFICACIÓN DE LA REALIZACIÓN DEL TFM**

La realización de este trabajo de Fin de Máster (TFM) se realiza en el marco del Real Decreto 1393/2007, de 29 de octubre, por el que se establece la ordenación de las enseñanzas universitarias oficiales, modificado por el Real Decreto 861/2010, de 3 de julio, y el cual indica que los planes de estudio conducentes a la obtención de los títulos de Máster Universitarios concluirán con la elaboración y defensa de un TFM que ha de formar parte del plan de estudios.

Dicho TFM es un trabajo original, autónomo e individual que cada estudiante realizará bajo la orientación de un Tutor. Este trabajo permitirá al estudiante mostrar de forma integrada los contenidos formativos recibidos y las competencias adquiridas asociadas al título de máster, tanto en lo relativo a los conocimientos teóricos como en los procedimientos y habilidades para el desarrollo de la práctica docente.

## **2. OBJETIVOS TFM Y DEL TEMA EN CUESTIÓN**

Este trabajo fin de master es el producto final de todo un curso de intenso trabajo, de adquisición de competencias para, en un futuro no muy lejano, poder desarrollar una de las profesiones fundamentales que se pueden llevar a cabo en la sociedad, la de profesor. Este trabajo permitirá exponer, de forma global, los contenidos formativos recibidos y las competencias logradas asociadas al máster, tanto en lo concerniente a los conocimientos teóricos como en los procedimientos así como de las habilidades para el desarrollo de la práctica docente de la Biología y la Geología en la Educación Secundaria.

La concepción del proceso enseñanza-aprendizaje ha sufrido cambios significativos durante las últimas décadas. De hecho, se ha venido prestando más atención al modo en que los alumnos aprenden, de manera que se ha ido variando cómo se debe enseñar. En el modelo tradicional de enseñanza, de transmisión-recepción, el papel del docente se reducía a la impartición de clases magistrales. Actualmente, dicho papel se ha transformado y ahora el profesor se ayuda de la innovación y de la investigación a la hora de impartir sus clases de modo que su mensaje no sólo llegue a unos pocos sino que llegue también a aquellos para los que las ciencias les aburren o les resultan difíciles.

La necesidad de avanzar en el proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias ha propiciado el desarrollo de nuevas metodologías siendo el enfoque constructivista el más aceptado por la comunidad docente en el que el aprendizaje significativo favorecería el aprendizaje de los tres tipos de contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) así como la adquisición y desarrollo de las competencias clave definidas para la Educación Secundaria. Por tanto, se estarían promoviendo nuevas formas de enseñar que favorezcan el aprendizaje, que susciten el conocimiento del estudiante, que permitan revelar las dificultades y las necesidades que presentan y de esta manera elegir estrategias que mejoren los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Atendiendo a lo descrito anteriormente, se propuso el desarrollo de este trabajo de fin de master en torno al Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la enseñanza de la Biología y la Geología. El ABP es una metodología de base constructivista que surge en la década de los sesenta a nivel universitario con la finalidad de que los futuros médicos adquiriesen una serie de destrezas que les capacitasen para el mundo laboral sanitario, en este caso.

Trasponiendo esta metodología a las enseñanzas medias, el ABP podría ser una alternativa adecuada a la metodología tradicional de transmisión-recepción en la Educación Secundaria de modo que se proporcionarían las destrezas necesarias para los alumnos o bien para seguir su formación, en la Universidad o ciclos Formativos, o bien para desenvolverse en la sociedad y el mundo laboral actual. Además, el ABP contribuiría significativamente a la adquisición de las competencias clave descrita para la Educación Secundaria.

Así, el objetivo general de este trabajo podría ser ver cómo la implantación de metodologías alternativas, como el ABP, podrían ayudar al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Biología y la Geología en la Educación Secundaria. Asimismo, como objetivos específicos se proponen los siguientes:

1. Analizar el método del ABP: sus características principales, sus pros y sus contras.
2. Hacer una revisión de las bases pedagógicas en las que se basa el ABP y cómo ha de implantarse en la Educación Secundaria, así como de los aspectos claves que definen el paradigma constructivista y su aplicación a la enseñanza de las ciencias.
3. Diseñar una propuesta de ABP.

### **3. INTRODUCCIÓN TEÓRICA SOBRE ASPECTOS DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

Hay muchos métodos diferentes de enseñanza de las Ciencias Naturales descritos en la literatura (Fernández y cols., 1997; Campanario y Moyá, 1999; García Pérez, 2000), de modo que los profesores tienen a su disposición un amplio repertorio de metodologías destinadas a la impartición de sus clases. De hecho, no hay un único método que satisfaga las necesidades de todos los alumnos en el aula, por lo que los profesores deben seleccionar el método más adecuado tanto para la actividad que pretenden desarrollar como para los alumnos. Las metodologías de enseñanza se pueden organizar en función de la contribución del profesor y del alumno en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ello a continuación se presenta una variedad de metodologías y enfoques, que van desde las metodologías expositivas tradicionales (centrada en el profesor), hasta la basada en la investigación ó metodologías de libre descubrimiento, tan adecuadas para la enseñanza de las Ciencias Naturales.

#### **3.1. Modelo Tradicional o de Transmisión-Recepción**

El Modelo Tradicional o de Transmisión-Recepción entiende la enseñanza como un arte y al profesor como un artesano del mismo. La función del profesor no sería otra que la de explicar claramente y de manera progresiva sus conocimientos, centrándose fundamentalmente en el aprendizaje del alumno pero sin tener en cuenta otros aspectos como son los sociológicos, psicológicos o afectivos dentro de dicho proceso. De esta manera, el papel que desempeña el docente se fundamenta en la transmisión oral de los contenidos de manera ordenada y mediante clases magistrales. El profesor sólo debe tener una suficiente y buena preparación para ser efectivo y eficiente en un proceso tan complejo como es el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales ya que él es el principal artífice de este proceso en donde va a transmitir contenidos cerrados y absolutos siguiendo fielmente el libro de texto. En cuanto al rol que desempeñaría el alumno éste no sería más que una página en blanco ó una tabla rasa en donde es posible grabar todos los contenidos que el profesor enseña, es decir, es un simple receptor pasivo de conocimientos que aprenderá de memoria para luego poder plasmar dichos conocimientos en las pruebas escritas que es lo que realmente va a evaluar el profesor. Sin embargo, eso no quiere decir que el alumno haya comprendido lo que el profesor le ha explicado y de ahí las críticas que este modelo suscita entre la comunidad docente (Jiménez, 2000; Ruiz Ortega, 2007).



Dentro de este modelo educativo se pueden distinguir dos enfoques (Pérez Gómez, 2008):

- *Enfoque enciclopédico*: el profesor es un experto, especialista de una o varias ramas del conocimiento, las cuales domina perfectamente; así, la enseñanza es la transmisión del saber del profesor que se convierte en conocimientos para los alumnos, de ahí que cuantos más conocimientos posea el profesor, mejor podrá transmitirlos. Sin embargo, puede suceder que el docente tenga muchos conocimientos pero no sea capaz de transmitirlos a sus pupilos.
- *Enfoque comprensivo*: parte de la idea de que el profesor es un erudito que comprende indudablemente la disposición de la materia y la transmite de modo que los alumnos la lleguen a entender como si fueran él mismo.

En ambos enfoques se da mucha importancia al conocimiento que logra el alumno, el cual procederá del saber y de la experiencia práctica del profesor, quien pone todas sus facultades y conocimientos al servicio del alumno a través de dar una conferencia, explicando una materia concreta, mediante la lectura de libros, la visualización de videos, demostraciones científicas en el laboratorio, libro de texto y otras actividades docentes.

En resumen, desde esta perspectiva el aprendizaje es la comunicación entre emisor (profesor) y receptor (estudiante) tomando en cuenta la comprensión y la relación con sentido de los contenidos. El aprendizaje se centra en el profesor y los alumnos están obligados a prestar atención, absorber y aprender todo lo que el profesor les enseñe (Searson y Dunn, 2001; Martin, 2003). No obstante, se valora un aprendizaje memorístico, criticable como método efectivo de aprendizaje ya que lo que se memoriza se retiene en la mente por poco tiempo, suele olvidarse rápidamente y no se logra una asimilación de contenidos.

### **3.2. Aprendizaje por Descubrimiento o Descubrimiento Autónomo**

Este tipo de aprendizaje surge como una de las primeras alternativas al método tradicional y se basa en la participación activa del alumno frente a los métodos pasivos basados en la memorización y en la repetición (Campanario y Moyá, 1999). De este modo, los alumnos construyen su propio conocimiento mediante el dominio de la experimentación y deduciendo las reglas a partir de los resultados de los experimentos. Los alumnos son el centro del aprendizaje y lo hacen de una forma activa y no pasiva como en el modelo tradicional. La principal idea de este tipo de aprendizaje es que debido a que los alumnos

pueden diseñar sus propios experimentos y deducir las reglas por sí mismos, en realidad lo que están haciendo no es más que construir sus conocimientos y todo es a base del trabajo autónomo de cada uno de ellos. Debido a estas actividades constructivas, se presupone que entiendan la materia a un nivel más alto que cuando la materia se acaba de presentar por un profesor de forma expositiva (Van Joolingen, 1999).

Los valedores del aprendizaje por descubrimiento fomentaban su idea en la teoría de Piaget, el cual postulaba que *“cada vez que se enseña prematuramente a un niño algo que hubiera podido descubrir solo, se le impide inventarlo y, en consecuencia, entenderlo completamente”* (Pozo y Carretero, 1987). La metodología de la enseñanza por descubrimiento alcanzó un gran avance durante la década de los sesenta y parte de los setenta. Varios proyectos de renovación educativa siguieron esta metodología en la que se fomentaba sobre todo la actividad autónoma del alumno y rechazaba cualquier tipo de guía o dirección en el aprendizaje (Ausubel y cols., 1983). De acuerdo con los preceptos piagetanos, se incide poco en los contenidos concretos que el alumno debe aprender en relación a los métodos (Gil Pérez, 1994), es decir, lo primordial es aplicar las estrategias de pensamiento formal de modo que la enseñanza se base en el planteamiento y resolución de problemas abiertos en los que los alumnos puedan elaborar los principios y leyes científicas, los cuales les permitirían solucionar casi cualquier tipo de problema en cualquier ámbito del conocimiento. Además, encontrando sus propias soluciones, los alumnos serán capaces de aprender haciendo las cosas, lo que hará más probable que las recuerden y asimismo la implicación activa en el aprendizaje y el contacto directo con la realidad traerá consigo una mayor motivación de los alumnos (Pozo y Carretero, 1987).

Diferentes estudios en torno al aprendizaje por descubrimiento han descrito que para que el aprendizaje por descubrimiento tenga éxito, los alumnos tienen que poseer una serie de habilidades como son la generación de hipótesis, el diseño de experimentos, la predicción y el análisis de datos. Además, se necesitan otras habilidades de control como son la planificación y el seguimiento del éxito del aprendizaje por descubrimiento (Njoo y De Jong, 1993). Aparte de ser de apoyo para el aprendizaje de una materia, estas habilidades suelen ser también vistas como un objetivo de aprendizaje en sí mismo, ya que también son necesarias en una sociedad de la información compleja. La falta de estas habilidades puede provocar un ineficaz comportamiento del descubrimiento, como el diseño de experimentos no concluyentes, el sesgo de confirmación o sacar conclusiones a partir de datos incorrectos, lo que no

contribuiría a la creación de nuevos conocimientos en la mente del alumno (Van Joolingen, 1999).

### **3.3. Modelo por Investigación Dirigida**

La principal idea del modelo de aprendizaje de las ciencias como investigación dirigida radica en el tratamiento de situaciones problemáticas abiertas, a través de las cuales los alumnos puedan participar en la construcción de los conocimientos, es decir, en dominios perfectamente conocidos por el “*director de la investigación*” (profesor), los resultados parciales obtenidos por los alumnos, podrán ser reforzados, matizados o puestos en cuestión, por aquellos logrados por los científicos (Gil Pérez, 1993). Aunque la noción del aprendizaje como un proceso de investigación no es reciente, en los últimos años las propuestas afines con esta idea han adquirido un notable desarrollo, esencialmente desde posiciones constructivistas (García y Cañal, 1995).

Según Gil Pérez (1993), la actividad docente debería integrar las pautas de trabajo que tienen lugar en la investigación científica habitual y que han permitido en buena medida alcanzar el nivel de desarrollo que hoy en día la ciencia ostenta. Se trataría de utilizar algunas características mínimas de este quehacer investigador. Así, la enseñanza-aprendizaje de la ciencia se convertiría en un actividad con unos objetivos claros y explícitos para los alumnos en la medida en la que se intentan resolver problemas significativos de interés. Asimismo, este modelo de trabajo acerca al alumno al quehacer científico y, por tanto, rechaza el modelo didáctico tradicional consistente en presentar la ciencia como un contenido estático y cerrado. Por último, este método sirve para alcanzar el aprendizaje de las tres dimensiones básicas del conocimiento: conceptos (leyes, teorías, principios), procesos (destrezas y habilidades) y actitudes (normas, creencias, valores, hábitos) de un modo natural y dinámico (Perales, 2000).

Los principales problemas de esta metodología didáctica residen, por un lado, en la dificultad del planteamiento de las situaciones problemáticas de interés, y por otro, en la actitud que tengan los alumnos, es decir, que quizás no estén de acuerdo con realizar el esfuerzo que la tarea en sí requiere. Por otro lado, el profesor será el encargado de contrastar los resultados obtenidos por los alumnos de modo que él refuerce o cuestione dichos resultados al compararlos con aquellos resultados científicos que son considerados como los correctos (Ruiz Ortega, 2007). Una vez contrastados los resultados, los nuevos conocimientos se podrían aplicar a nuevas situaciones para profundizar en los mismos y afianzarlos. Éste

sería el momento más indicado para hacer manifiestas las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (Campanario y Moyá, 1999).

### **3.4. Modelo del Conflicto Cognitivo o Cambio Conceptual**

La mayoría de los modelos propuestos para explicar el *cambio conceptual* han hecho hincapié en el papel del *conflicto cognitivo* como una condición central para dicho cambio (Piaget, 1975). El modelo pionero fue el de Posner y cols. (1982) los cuales proponen que la fase de conflicto, generada por la insatisfacción con los conceptos existentes, es un primer paso para lograr el cambio conceptual. En esta fase de insatisfacción los estudiantes debe darse cuenta de que necesitan “reorganizar”, “reestructurar” o cambiar en cierta medida sus ideas preconcebidas, es decir, una especie de “conciencia metacognitiva” parece ser la condición necesaria, pero no suficiente, para lograr el cambio ya que para que ese cambio se de, el individuo tiene que darse cuenta de debe de cambiar algo y además, estar dispuesto a hacerlo (Limón, 2001).

Desde esta perspectiva propuesta por Posner y cols. (1982), el desafío y resolución adecuada de esos conflictos requiere que se reúnan las condiciones siguientes:

- a) *El alumno debe sentirse insatisfecho con sus propias concepciones:* ante los problemas planeados el alumno se da cuenta de que no es capaz de resolverlos con las ideas que el tiene por lo que se vería obligado a cambiar sus concepciones para resolverlos.
- b) *Debe haber una concepción que resulte inteligible para el alumno:* el individuo debe ser capaz de comprender cómo la nueva experiencia puede estructurar las experiencias anteriores. A menudo se hace hincapié en la importancia del uso de analogías y metáforas para dar un significado inicial a la inteligibilidad de los nuevos conceptos.
- c) *Esa concepción debe resultar además creíble para el alumno:* cualquier nuevo concepto adoptado debe, al menos, parecer tener la capacidad de resolver los problemas generados por sus predecesores. De lo contrario, no se considerará como una opción plausible.
- d) *La nueva concepción debe parecer al alumno más potente que sus propias ideas:* el alumno descartará su idea previa cuando perciba que dispone de una mejor, que le permite vaticinar y comprender situaciones para las cuales sus ideas eran insuficientes. Esta nueva idea debe tener el potencial de abrir nuevas áreas de investigación.

Sin embargo, la eficacia de este método podría verse truncada por el hecho de que no todos los alumnos tienen las mismas capacidades por lo que los que poseen menos capacidades podrían frustrarse y no alcanzar el cambio conceptual. Además, no todos los

contraejemplos o conflictos cognitivos por sí mismos son siempre útiles para provocar el cambio conceptual. Por último, resaltar que solamente se incide en los contenidos conceptuales y se deberían de tocar también el resto (Campanario y Moyá, 1999).

### **3.5. Enseñanza Expositiva**

David Ausubel es uno de los propulsores de este modelo de enseñanza y según él para fomentar la comprensión o el *aprendizaje significativo* de las ciencias, no hay que apelar tanto al descubrimiento como a perfeccionar la eficacia de las exposiciones. El concepto clave de Ausubel es la *estructura cognitiva*. Él veía esta estructura cognitiva como la suma de todo el conocimiento que hemos adquirido, así como las relaciones entre los hechos, conceptos y principios que conforman ese conocimiento. Al aprender se está trayendo algo nuevo a nuestra estructura cognitiva y se conecta a nuestro conocimiento actual que allí se encuentra (Ausubel, 1963, 1968, 2000).

La más importante variable que influye en el aprendizaje significativo son los conocimientos previos del estudiante en su estructura cognitiva y cómo los relaciona con los recién aprendidos de una manera no arbitraria. Otra variable que influye en el aprendizaje significativo es si el contenido se ha presentado de una forma expositiva directa frente a un aprendizaje receptivo por medio de un aprendizaje por descubrimiento en el que el alumno tiene que entender primero lo que debe aprender y luego ir sobre el proceso de aprendizaje e incorporarlo. Otra variable que influye en el aprendizaje es si el material se enseña en una secuencia específica general de modo que se facilite la diferenciación progresiva de los contenidos. Para Ausubel todo el aprendizaje ocurre de la misma manera ya que los nuevos conocimientos son comparados y contrastados con el conocimiento previo que ya existe en la estructura cognitiva de un individuo. Sin embargo, el propio Ausubel asume que su idea sólo es efectiva con aquellos alumnos que han alcanzado un cierto nivel de desarrollo cognitivo y de dominio de la terminología científica, de modo que solamente sería eficaz a partir de la adolescencia (Ausubel, 1963, 1968, 2000).

El modelo de enseñanza expositiva de Ausubel se asemeja bastante a lo que muchos profesores expertos intentan llevar a cabo en sus aulas: establecer conexiones explícitas entre distintas partes del currículo, ayudar al alumno a activar los conocimientos pertinentes en cada caso, tener en cuenta el punto de vista del alumno y conectar con él los nuevos aprendizajes. (Pozo y Gómez Crespo, 2006). Sin embargo, según Pozo y Gómez Crespo

(2006) la eficacia de la enseñanza expositiva, en el modelo de Ausubel, se halla limitada a que los alumnos dominen ya la terminología y los principios del saber científico. Pero, los alumnos tienen teorías implícitas sobre la materia y su funcionamiento cuyos principios son incompatibles con las teorías científicas. Se trataría por tanto de un modelo eficaz para lograr un ajuste progresivo de las concepciones de los alumnos al conocimiento científico, pero insuficiente para lograr la reestructuración de esas concepciones de los alumnos.

En conclusión, al asumir que los nuevos conocimientos deben anclarse en los ya existentes y el proceso de instrucción debe guiarse por una diferenciación progresiva, solo cuando existan conceptos inclusores o puentes cognitivos entre el conocimiento cotidiano y el científico, podrá lograrse el aprendizaje significativo, es decir, cuando ambos tipos de conocimiento difieran pero sean compatibles (Parra Pineda, 2003).

### **3.6. Enseñanza por Explicación y Contrastación de Modelos**

Los *modelos* son la base de este método didáctico, es decir, un modelo es “*aquel arquetipo o punto de referencia para imitarlo o reproducirlo y el cual representa el conocimiento innegable en una materia dada*”. Esta propuesta es heterogénea y va desde el estudio directo con dichos modelos y otras estructuras conceptuales, a la adquisición de modelos realizados por los propios alumnos a partir de los debates entre todos los miembros del grupo o mediante las explicaciones y evaluaciones provenientes del profesor, o la comprobación de dichos modelos en el contexto del ABP. Así, la educación científica se aceptaría como único objetivo para que los alumnos conozcan los modelos alternativos que existen, y que les servirían para la interpretación y la comprensión de la naturaleza. La comprobación y explicación de esos modelos ayudaría a los alumnos no sólo a comprender mejor los fenómenos estudiados sino, sobre todo, la naturaleza del conocimiento científico que han utilizado para interpretarlos. Asimismo, se buscaría que los alumnos puedan interpretar las semejanzas y diferencias entre los distintos modelos de modo que, ayudados de esa educación científica, puedan elaborar sus propios modelos, así como indagar más en ellos y, a partir de los ya descritos, reelaborarlos. En cuanto a la tarea que realiza el profesor, éste recupera, como una de sus tareas más complejas y relevantes, la necesidad de explicar a sus alumnos esos modelos alternativos. Sin embargo, esta explicación ya no sería un discurso, una alocución unívoca por parte del profesor, sino una conversación de una manera encubierta. De hecho, el profesor crearía los escenarios explicativos necesarios para hacer dialogar a los alumnos sobre los diversos modelos para que los alumnos saquen las posibles interpretaciones

de los fenómenos estudiados, contrastándolos entre sí y reescribiendo unos con otros, es decir, haciendo que se lo expliquen mutuamente con el fin de integrar unas explicaciones en otras (Pozo y Gómez Crespo, 2006).

### **3.7. Modelo Constructivista**

El constructivismo es una teoría que afirma que el aprendizaje es una actividad que es individual para el alumno. Esta teoría plantea la hipótesis de que los individuos van a tratar de dar sentido a toda la información que perciben, y que cada individuo, por lo tanto, va a “*construir*” su propio significado de esa información. Driscoll (2000) explica que la teoría constructivista afirma que el conocimiento sólo puede existir dentro de la mente humana, y que no tiene que coincidir con ninguna realidad del mundo real. Así, los alumnos estarán constantemente tratando de sacar su propio modelo mental y personal del mundo real a partir de su percepción de ese mundo. A medida que se perciben cada nueva experiencia, los alumnos actualizarían continuamente sus propios modelos mentales para reflejar la nueva información, y será, por lo tanto, la construcción de su propia interpretación de la realidad.

Si aceptamos que la teoría constructivista es la mejor manera de definir el aprendizaje, entonces se deduce que con el fin de promover el aprendizaje de los estudiantes es necesario crear entornos de aprendizaje que exponen directamente al alumno el material en estudio. Con tan sólo experimentar el mundo directamente el alumno puede entender el significado del mismo. Esto da lugar a que el aprendizaje constructivista debe tener lugar dentro de un ambiente de aprendizaje constructivista adecuado. Uno de los preceptos centrales de todo el aprendizaje constructivista es que tiene que ser un proceso activo (Tam, 2000); por lo tanto, cualquier ambiente de aprendizaje constructivista debe proporcionar la oportunidad para el aprendizaje activo.

Tam (2000) enumera las siguientes cuatro características básicas que deben tenerse en cuenta en la aplicación de estrategias de enseñanza constructivista:

- 1) El conocimiento será compartido entre profesores y alumnos.
- 2) Los profesores y los estudiantes compartirán la autoridad.
- 3) El papel del profesor es el de un facilitador o guía.
- 4) Los grupos de aprendizaje consistirán en un número reducido de alumnos y serán heterogéneos.

El constructivismo no es una sola o unificada teoría; más bien, se caracteriza por la pluralidad y las múltiples perspectivas tales como el desarrollo cognitivo, los aspectos sociales, o el papel del contexto (Phillips 1995). Según Matthews (2000), en la literatura educativa se identifican dieciocho diferentes formas de constructivismo en términos de metodología, didáctica, y consideraciones dialécticas; sin embargo, muchos teóricos y estudiosos ponen todas las formas de constructivismo en tres categorías radicalmente distintas: (1) sociológico, (2) psicológico, y (3) constructivismo radical. Las tres categorías comparten el supuesto de que el conocimiento epistemológico o significado no se descubre sino que es construido por la mente humana (Richardson 2003).

1) *Constructivismo Social*: esta teoría promulga que las formas en que los grupos de personas forman entendimientos y conocimiento formal acerca de su mundo (*constructos humanos*) estarían influenciadas por el poder, la economía y los factores políticos y sociales que les afectan (Phillips 2000).

2) *Constructivismo Psicológico*: los individuos individualmente construirían activamente el significado alrededor de fenómenos, y estas construcciones serían idiosincrásicas, dependiendo en parte del fondo de conocimientos de los educandos. Si los individuos dentro de un grupo llegan a un acuerdo sobre la naturaleza y el orden de la descripción de un fenómeno o su relación con otros, estos significados se convertirían en conocimiento formal (Phillips 2000).

3) *Constructivismo Radical*: esta teoría asume que la realidad externa no puede ser conocida y que el saber del sujeto construye todo el conocimiento, que va desde observaciones cotidianas hasta el conocimiento científico; el saber, por tanto, refleja inevitablemente la perspectiva del observador. Según los constructivistas radicales, es imposible juzgar el conocimiento como una realidad ontológica o metafísica. (Yilmaz, 2008).

Por lo tanto, desde una perspectiva constructivista, la responsabilidad principal del profesor es la de crear y mantener un contexto de resolución de problemas en colaboración, donde se les permite a los estudiantes construir su propio conocimiento, y el profesor actuaría solamente como facilitador y guía (Tam 2000).



### **3.8. Modelo Conductista o del Condicionamiento**

El conductismo fue la teoría predominante de aprendizaje en la enseñanza de las ciencias en el último siglo y esta teoría se encuentra aún en la práctica en muchos países del mundo. Podríamos decir que el conductismo es una forma tradicional de enseñanza de los profesores que tienen su creencia en el concepto de premios y castigos como el único medio de educación. Para el conductismo un estímulo del entorno produce una respuesta del organismo, y con la repetición, se forma un complejo estímulo-respuesta de manera que un estímulo dado se asocia casi inevitablemente con una respuesta dada. El conductismo se basa en gran parte en la experimentación con animales en laboratorios y se practicaba ampliamente en la antigua Grecia, donde se creía que "*la repetición es la madre de todos los aprendizajes*". Por tanto, el aprendizaje en el conductismo se define como un cambio de la conducta del sujeto, debido a los conocimientos adquiridos. Para esta teoría el conocimiento es objetivo y transmisible (Kokkotas y cols., 2011).

Esta teoría postula que el aprendizaje no tiene nada que ver con la mente (McDonald y cols., 2005). De hecho el aprendizaje se produce con la adquisición de nuevos comportamientos. Esta teoría fue desarrollada por Watson, Pavlov y Skinner, los cuales postulaban que un resultado medible del aprendizaje sólo era posible si cambiamos el comportamiento del alumno y que este comportamiento se vería afectado por fuerzas externas (Dewald, 1999). Los conductistas se basan únicamente en la conducta observable como responsable del fin de aprender. Ellos no centran su atención en las actividades mentales de los alumnos, porque para ellos el aprendizaje ocurre cuando se cumplen ciertas condiciones, es decir, los comportamientos de carácter universal. Además postulan que el aprendizaje proviene de la observación de las culturas y del medio ambiente (Plotkin, 2003).

Según Schlinger, (2005) los principales problemas que enfrenta el mundo de hoy en día sólo se pueden resolver si mejoramos nuestra comprensión de la conducta humana. Por tanto, tiene que haber algún tipo de incentivo para crear ciertas respuestas. Según el conductismo, el incentivo puede ser positivo o negativo. Si es la primera, entonces el alumno será recompensado, mientras que si es este último, el alumno será castigado (Baumgartner y cols., 2003). Drawing y cols. (2005) en su estudio demostraron que los métodos conductistas de refuerzo son muy eficaces en la creación de un comportamiento positivo en casi cualquier ambiente de aprendizaje. De hecho, tales métodos afectan positivamente las actuaciones entre los estudiantes y el hecho de que haya recompensas les motiva.

Los conductistas ven al alumno como una persona pasiva que responde a los estímulos. Según ellos el alumno comienza como una tabula rasa y su comportamiento estará determinado por el refuerzo, ya sea positivo o negativo: el refuerzo positivo aumentaría la probabilidad de la repetición de la conducta mientras que el castigo la disminuiría. Por lo tanto, el aprendizaje se define como un cambio en el comportamiento del alumno. El alumno sigue las instrucciones y no tiene nada de carácter crítico frente a lo que se le presenta. En cambio el profesor es el que tiene todo el control del proceso; es el que proporciona los materiales y crea los entornos adecuados para el estudio, va a ir modificando los comportamientos y va a seguir la siguiente premisa “*Si el animal aprende, el humano también aprende*” (Zimmer, 1999, Stables y Gough, 2006).

## **4. ANTECEDENTES: QUÉ ES EL MÉTODO DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS, HISTORIA, ARGUMENTOS A FAVOR, DIFICULTADES, EJEMPLOS, AUTORES**

### **4.1. ¿Qué es el método del aprendizaje basado en problemas?**

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) consiste en una metodología de aprendizaje centrado en el estudiante que comienza por abordar un problema del mundo real, y cuya resolución se considera que es personal, social e importante para el medio ambiente. Después de crear un escenario de invitación en el que se presenta el problema (Torres y cols., 2013), el profesor tiene que alentar a los estudiantes durante la investigación ayudándoles a se que se convierta en un proceso autodirigido por el alumno (Barrel, 2007). Esta metodología requiere un cambio en la paradigma educativo, ya que los estudiantes se convierten en constructores activos de sus conocimientos y el papel del profesor cambia de presentador de la información a facilitador de un proceso de resolución de problemas (Allen y cols., 2011).

Esta metodología se caracteriza por trabajo de los alumnos en pequeños grupos con el fin de mejorar la construcción del conocimiento y el desarrollo de diferentes competencias (Wong y Day, 2009). Aunque es difícil de poner en práctica el trabajo colaborativo, esta metodología presenta también ventajas, ya que permite que por un lado, los estudiantes compartan sus puntos de vista y por otro, que los profesores orienten mejor el desarrollo de las diferentes tareas. El problema, más o menos bien estructurado, (escenarios) actúa como un estímulo para los procesos de aprendizaje de los estudiantes (Wong y Day, 2009). Este escenario de ABP debe motivar a los estudiantes para plantear cuestiones y buscar soluciones a través de las actividades de investigación.

Aunque el proceso del ABP exige a los estudiantes que se conviertan en aprendices autodirigidos, los profesores deben guiarlos dirigiendo la discusión, haciendo preguntas y fomentando la participación (Allen et al., 2011). Uno de los obstáculos que surgen en el uso del ABP es la falta de profesores calificados para desempeñar el papel de facilitadores y mediadores en el proceso (Hmelo-Silver, 2004). Por otra parte, la mayoría de las evaluaciones de los estudiantes no contemplan el trabajo en equipo o la colaboración desarrollada con el ABP (Savin-Baden, 2004), en su lugar se consideran solamente los aspectos conceptuales.

Esta metodología tiene como objetivo desarrollar las habilidades de comunicación, pensamiento crítico, razonamiento científico y el conocimiento, la toma de decisiones, la

evaluación y la autoevaluación. Estas competencias se consideran esenciales para un proceso de aprendizaje permanente (Vasconcelos, 2012). Sin embargo, cada vez que una nueva metodología de enseñanza se lleva a cabo dentro de las aulas de ciencias, muchas dudas y críticas surgen de los directores de institutos, algunos profesores, estudiantes e incluso los padres. Varios estudios ya han proporcionado alguna evidencia experimental que apoya la hipótesis de que la metodología ABP no afecta a la adquisición de conocimientos de hechos de los estudiantes en comparación con la metodología tradicional (Carrió y cols., 2011).

Otros estudios sugieren que el ABP es importante para el desarrollo de competencias genéricas y científicas ya que los estudiantes se enfrentan a problemas complejos y tienen que buscar soluciones creativas (Carrió y cols., 2011) y también porque el ABP desarrolla habilidades que a menudo son ignoradas en las aulas de enseñanzas medias de ciencias (Hmelo-Silver, 2004; Wong & Day, 2009). Incluso en la educación médica, donde el ABP se ha aplicado e investigado en gran medida, sigue siendo necesaria la investigación basada en el diseño para enriquecer la comprensión de la naturaleza de ABP (Dolmans y cols., 2005).

El proceso que deben seguir los alumnos durante el desarrollo del proceso del ABP se puede describir en el siguiente esquema (Morales Bueno y Landa Fitzgerald, 2004):

1. *Leer y Analizar el escenario del problema:* el alumno debe verificar su comprensión del escenario mediante la discusión del mismo dentro de su grupo de trabajo.
2. *Realizar una lluvia de ideas:* los alumnos normalmente tienen teorías o hipótesis sobre las causas del problema propuesto; o ideas de cómo podrían resolverlo. Estas deben de recopilarse y serán aceptadas o rechazadas, según se avance en la investigación de la resolución del problema.
3. *Hacer una lista de aquello que se conoce:* el grupo debe hacer una lista de todo aquello que se conoce acerca del problema que hay que resolver.
4. *Hacer una lista de aquello que se desconoce:* el grupo debe hacer enumerar todo aquello que se cree se debe de saber para la resolución del problema. Existen muy diversos tipos de preguntas que pueden ser adecuadas como las relacionadas con conceptos o principios que deben estudiarse para resolver el problema.

5. *Hacer una lista de aquello que necesita hacerse para resolver el problema:* el grupo ha de crear las estrategias a seguir en la investigación y elaboren una lista de las acciones que deben llevarse a cabo.
6. *Definir el problema:* consiste en un par de proposiciones que expliquen claramente lo que se desea resolver, responder, probar o demostrar.
7. *Obtener información:* el grupo localizará, acumulará, organizará, analizará e interpretará la información proveniente de diversas fuentes.
8. *Presentar los resultados:* el grupo presentará una memoria o hará una presentación en la cual se muestren las recomendaciones, predicciones, inferencias o aquello que crean conveniente en relación a la resolución del problema.

Finalmente, las características generales del ABP podrían resumirse en la siguiente tabla (Walton y Matthews, 1989):

---

### CARACTERÍSTICAS ESENCIALES

---

*Organización curricular en torno a problemas en lugar de las disciplinas.  
Currículo integrado en lugar de uno separado en ciencias básicas y prácticas.  
Énfasis inherente en las habilidades cognitivas, así como en el conocimiento.*

---

### CONDICIONES

---

*Instrucción tutorial en grupos pequeños.  
Instrucción centrada en el estudiante.  
Aprendizaje activo.  
Estudio Independiente.  
Simulación.  
Temas pertinentes, de alta prioridad, orientados a la comunidad.*

---

### RESULTADOS

---

*Conocimiento funcional mejorado.  
Desarrollo de habilidades.  
Motivación para el aprendizaje continuo.  
Desarrollo de habilidades de auto-evaluación.*

---

## 4.2. **Historia**

El ABP ha sido una de las innovaciones curriculares más influyentes en la educación superior (Tan, 2004). El ABP como concepto general se originó en la educación médica a mediados de los años cincuenta en la Universidad *Case Western Reserve* (Savery y Duffy, 1996; Baker, 2000; O'Kelly y cols., 2005). Este modelo consistía en un formato híbrido que combinaba el ABP con los métodos más tradicionales de enseñanza (Baker, 2000).

El ABP ganó popularidad como un concepto más avanzado durante la década de sesenta como resultado de la obra de Harold Barrows, un educador de medicina en la Universidad de McMaster en Hamilton, Ontario (Canadá), que investigó y observó la capacidad de razonamiento tanto de los estudiantes de medicina como de los profesionales expertos (Tanner, 1999; Savin-Baden, 2000; Rideout, 2001). Harrow y sus colaboradores estaban desencantados con la educación médica tradicional ya que veían que el material que se presentaba durante los tres primeros cursos de los estudios de medicina tenían poca relevancia para la práctica de la medicina sobre todo la medicina clínica (Barrows, 1996). De hecho, los estudiantes de medicina sentían que eran capaces de reunir mucha información pero que tenían dificultades para su aplicación en la práctica clínica; por lo tanto, se sentían muy poco preparados para su próxima práctica como médicos (Price, 1999; Savin-Baden, 2000; Alexander y cols., 2005). Así, Barrow y colaboradores proponían que dicho aprendizaje se desarrollara en grupos pequeños y que estuviera centrado en el estudiante, la educación multidisciplinar, y el aprendizaje permanente en la práctica profesional, ya que lo que se pretendía era “*cerrar la brecha entre la teoría y la práctica en el ámbito clínico y aumentar las habilidades del razonamiento clínico*” (Rideout, 2001; Savin-Baden, 2000). Barrows afirmaba que los estudiantes aprenden más eficazmente a través de situaciones problemáticas y que las habilidades médicas, que son más importante para el tratamiento de los pacientes, son una manera de resolución de problemas, y no memorización de hechos (Savin-Baden, 2000).

Durante los años 1980 y 1990 se adoptó el enfoque del ABP en otras escuelas de medicina y se convirtió en un enfoque de instrucción aceptado tanto en América del Norte como en Europa, siendo la adoptada por la universidad de Maastricht, por ejemplo, una de las más extendidas, especialmente en Europa. Sin embargo, hubo quienes cuestionaron la preparación de un médico entrenado usando el ABP para el ejercicio profesional frente a la de un médico entrenado utilizando los enfoques tradicionales. En consecuencia de dicho

planteamiento Albanese y Mitchell (1993), y también Vernon y Blake (1993), realizaron un meta-análisis de 20 años de estudios de evaluación del ABP y llegaron a la conclusión de que un enfoque basado en problemas en la instrucción era igual de efectivo que los enfoques tradicionales en cuanto a las pruebas convencionales de conocimiento, es decir, las puntuaciones en los exámenes médicos. Pero, sin embargo, los estudiantes que han estudiado mediante el ABP exhibieron mejores habilidades clínicas para resolver los problemas.

Otro estudio sobre los graduados de un programa de terapia física que utiliza el ABP (Denton y cols., 2000) mostraba que los graduados de este programa realizaban igualmente bien sus tareas tanto con el enfoque del ABP como con los enfoques tradicionales. Sin embargo, los estudiantes mostraron una mayor preferencia por el enfoque centrado en el problema y que los estudiantes están más comprometidos en el aprendizaje del contenido utilizando esta metodología (Torp y Sage, 2002). A su vez, el ABP ha ido más allá de la educación sanitaria introduciéndose en las ciencias sociales, arquitectura, humanidades, derecho, educación empresarial, medicina veterinaria, ingenierías e incluso el aprendizaje a distancia (Azer, 2001; Baker, 2000; Camp, 1996).

Sin embargo, las ideas en las que se fundamentaron los fundadores de esta metodología eran ya conocidas desde hace muchos años. En las Analectas de Confucio (500 AC) ya se desarrollaba el concepto de *aprendizaje autodirigido*, uno de los pilares del programa de Medicina en la Universidad de McMaster. Confucio sólo ayudaba a sus alumnos cuando habían hecho el esfuerzo de haber pensado acerca de un tema o de una pregunta y ellos por si solos no podían encontrar las respuestas. La ayuda de Confucio no estaba en proporcionar una respuesta o patrón modelo que los estudiantes tenían que repetir, sino en cómo estimularles a pensar, orientándolos hacia un camino que les permitiría aprender autónomamente y buscar sus propias respuestas. Aparte de Confucio, en el siglo XVII, Amos Comenius escribía “*los maestros a enseñar menos, los alumnos a aprender más*”. A través de su obra “*Orbis sensualium pictus*” (1658), Comenius fue un pionero en el uso del APB en la enseñanza. Él utilizaba grupos de imágenes como “*núcleos generadores*” para el aprendizaje del latín en la lengua vernácula. Ya en el siglo XX, podría considerarse uno de los precursores de la ABP el Método de Instrucción en un Contexto Funcional utilizado por Harry A. Shoemaker en 1960. Shoemaker enseñaba a sus estudiantes de electrónica básica a través del proceso de reparación y mantenimiento de equipos de radio. Los resultados manifestaban

un mayor nivel de competencia en los que aprendieron de esta manera que los que empezaban a aprender la teoría electrónica de manera tradicional (Branda, 2004).

Aunque esta metodología se desarrolló para niveles universitarios, su implantación se ha ampliado en la Escuela Primaria, la Educación Secundaria y las Escuelas Profesionales (Torp y Sage, 2002). La Universidad de Delaware, por ejemplo, (<http://www.udel.edu/pbl/>) tiene un programa activo de ABP y se lleva a cabo en los institutos dando capacitación a los instructores que deseen convertirse en tutores. La Universidad Samford en Birmingham, Alabama, por su parte, (<http://www.samford.edu/pbl/>) ha incorporado el ABP en varios programas de pregrado en las Escuelas de Artes y Ciencias, Negocios, Educación, Enfermería y Farmacia. A su vez, la Academia de Matemáticas y Ciencias de Illinois (<http://www.imsa.edu/center/>) ha estado proporcionando a los estudiantes de escuelas secundarias un plan de estudios completo de ABP desde 1985 y sirve a miles de estudiantes y profesores como un centro de referencia de investigación sobre el ABP. Por otro lado, el Instituto del Aprendizaje Basado en Problemas (<http://www.pbli.org/>) ha desarrollado materiales curriculares (es decir, los problemas) y los programas de formación de maestros en ABP para todas las disciplinas básicas en la escuela secundaria (Barrows y Kelson, 1993). Aparte de las ciencias biomédicas, el ABP se ha incorporado en otras disciplinas tales como los programas de MBA, la educación superior, la ingeniería química, la economía, la arquitectura y la formación docente. Esta lista no es de ninguna manera exhaustiva, pero es un ejemplo de los múltiples contextos en los que se utiliza el método de enseñanza del ABP (Savery, 2006).

#### **4.3. Argumentos a favor de esta metodología**

Las posibles ventajas que puede tener esta metodología son de diversa índole. Los estudiantes parecen disfrutar más del formato ABP y participan más activamente en su propio aprendizaje dando como resultado un aprendizaje más agradable y más eficaz (Antepohl y Herzig, 1999). Por otro lado, los estudios de seguimiento realizados por Norman y Schmidt (1992) revelan una mejor retención del conocimiento a largo plazo para los estudiantes de ABP y quizás sea debido a que se fomenta el aprendizaje de la experiencia, lo que permite a los estudiantes utilizar y organizar lo que se ha aprendido y aplicarlo a entender cualquier problema. Podríamos decir que el ABP nutre de la capacidad de analizar los problemas y de identificar y adquirir los conocimientos y habilidades necesarias para hacer frente a situaciones de la vida real. Para ello se sustituyen las clases tradicionales por foros de discusión, la tutoría docente y la investigación en colaboración, de modo que los estudiantes



se involucran activamente en el aprendizaje significativo. Además, el ABP proporciona un enfoque más desafiante, motivador y agradable a la educación, de modo que se promueve en los alumnos la auto-motivación y auto-responsabilidad para aprender, cultivando la independencia, la curiosidad y habilidades para el aprendizaje autodirigido (Vernon y Blake, 1993).

Los estudiantes de ABP persiguen soluciones a un problema por lo que tienden a asumir una mayor responsabilidad por su aprendizaje. Para encontrar solución a su problema, estos estudiantes utilizan los recursos auto-seleccionados, tales como revistas, búsquedas en línea, otros recursos de la biblioteca (Vernon y Blake, 1993), y los libros de texto, revistas, etc. y los utilizan con más frecuencia que los estudiantes tradicionales. En conjunto, estos procesos y habilidades de aprendizaje ayudan a los estudiantes a ser más competentes en habilidades de búsqueda de información que los estudiantes tradicionales (Albanese y Mitchell, 1993).

Asimismo, el ABP ofrece más significado, aplicabilidad y relevancia de los materiales de clase. Cuando los problemas son difíciles, se producen una participación útil, los niveles de comprensión son más altos y se desarrollan ciertas habilidades que en la instrucción tradicional no se dan (Albanese y Mitchell, 1993) ya que los contextos del mundo real y sus consecuencias no sólo permiten aprender de forma más profunda y duradera, sino que también aumentan la posibilidad de transferencia de habilidades y conocimientos desde el aula a los puestos de trabajo (Gallagher y cols., 1992). Esta transferencia se incrementa porque los estudiantes son capaces de practicar los conocimientos y habilidades en un contexto funcional, permitiendo a los estudiantes imaginar mejor cómo será el uso de sus conocimientos y habilidades en el trabajo (Bridges, 1992). Por tanto, el ABP integraría el conocimiento con la práctica.

Pocas personas en la sociedad trabajan de manera aislada. Debido a que la interacción social es un aspecto tan importante de la vida laboral, el ABP incorpora equipos de colaboración en la solución de problemas relevantes. Esta metodología promueve la interacción de los estudiantes y el trabajo en equipo, mejorando así las habilidades interpersonales de los estudiantes tales como el trabajo con dinámica de grupo, la evaluación por pares, y la forma de presentar y defender sus planes (Delafuente y cols., 1994). Otro aspecto a tener en cuenta en el ABP es el aspecto docente donde hay una mayor relación

tutor-alumno (Vernon, 1995). Se estima que el aumento de contacto de los estudiantes con su tutor es beneficioso para el desarrollo cognitivo del alumno (Albanese y Mitchell, 1993).

En resumen, el ABP abraza los principios de la buena enseñanza y aprendizaje. El estudiante es dirigido promoviendo su aprendizaje activo y profundo de modo que se fomenta la autosuficiencia lo cual es una preparación para el aprendizaje de toda la vida. A menudo incluye o requiere la enseñanza en pares, lo que anima a los estudiantes a la hora de digerir la información y presentarla al grupo con cierto grado de autoridad. Pero también se nutre de los conocimientos existentes, de los suyos y de los de los miembros del grupo, absorbiendo todo tipo de conocimiento. La reutilización de conocimiento refuerza los procesos de recuerdo y comprensión. Hay muchas habilidades de aprendizaje que se acumularon en el camino, y éstas se desarrollan en todo el proceso. El dominio de estas habilidades en el grupo llevará satisfactoriamente a la resolución del problema. Y al final, el ABP fomenta, y de hecho requiere, la reflexión sobre el proceso de aprendizaje (Wood, 2004).

#### **4.4. Críticas a esta metodología**

Las siguientes críticas sobre el ABP no pretenden oponerse a la metodología sino poner de relieve la necesidad de un mejor conocimiento y una mayor investigación de esta metodología. Las críticas al ABP se centran en cuatro áreas: los recursos, la experiencia de los estudiantes, las formas adulteradas del ABP, y la cuestión de la eficacia de la metodología.

En cuanto a los recursos, el ABP consume muchos recursos en términos de tiempo, espacios, materiales didácticos y recursos de la biblioteca (Azer, 2001; Moust y cols., 2005; El desarrollo de casos adecuados consume tiempo y requiere de mucho desarrollo personal y práctica (Tan, 2004). Además, se requiere de orientación para anticiparse a las dificultades en la integración de los planes de estudio de un ABP (Azer, 2001; Tan, 2004). Algunas universidades han encontrado que debido a las limitaciones de recursos fiscales el ABP no es sostenible. Por otro lado, la falta de recursos de personal cualificado puede causar una degradación significativa del proceso. Además, los centros también pueden tener limitaciones de espacio y los estudiantes pueden tener acceso limitado a la biblioteca y a los recursos informáticos.

Otra crítica se centra en la experiencia de los estudiantes. Los estudiantes experimentan el estrés y el sentirse sobrecargados hasta que no se familiarizan con el proceso

del ABP (Azer, 2001; Tan, 2004). Otra crítica es la notable falta de un modelo de aula como se ve en los programas basados en la metodología tradicional; Wood (2003) sugiere que dichos modelos pueden ser muy inspiradores para los estudiantes. Además, la calidad del aprendizaje en un contexto ABP es algo dependiente de tener un grupo de alto funcionamiento (Azer, 2001; Walsh, 2005). Por último, como con cualquier método de enseñanza, no puede satisfacer las necesidades de todos (Tan, 2004). A menudo los estudiantes expresan la frustración que sienten que “*no están aprendiendo nada*” y están pagando la matrícula para aprender por sí mismos. Otros estudiantes, sin embargo, dicen que se están beneficiando del enfoque de ABP. En general, el ABP recibe críticas mixtas de los estudiantes.

La tercera crítica se centra en las formas adulteradas del ABP. Casi cinco décadas después de la creación del ABP, se ha encontrado que existe una amplia comprensión de la naturaleza del ABP en su forma pura, y que existe, a su vez, una gran variedad de formas adulteradas del ABP (Camp, 1996; Tanner, 1999; Baker, 2000; Pijl-Zieber, 2006). Asimismo, la aplicación del ABP está influenciada por diferentes pedagogías que sustentan ambos planes de estudios y, además, el personal que lo pone en práctica, también contribuye a modificar su esencia, es decir, cada instructor modificar el proceso para compensar las deficiencias que él percibe para llegar a una mayor comprensión en la resolución de los problemas (Savin-Baden, 2000). También existe la percepción de que el ABP constituye una manera relativamente ineficiente de aprender y que no se cubre tanto contenido como en los programas tradicionales. (Azer, 2001; Moust y cols., 2005).

Tal y como Barrows (1986) indica, las dos *variables principales* que determinan estos distintos tipos de ABP son:

- *El grado de estructuración del problema*: se pueden encontrar desde problemas perfectamente estructurados y con alto nivel de detalles, hasta problemas abiertos, mal descritos y sin ningún dato por lo que el estudiante será el responsable de la investigación del problema y, en cierta medida, de su definición.
- *El grado de dirección del profesor*: los alumnos se pueden topar o bien, con el profesor que controla todo y es él mismo el encargado de definir los problemas en clase, o bien, con el que solo se preocupa de orientar los procesos de reflexión y selección de información que de por sí ya ha ido averiguada y descubierta por los propios alumnos.

El cuarto y más importante punto de crítica se refiere a la cuestión de la eficacia del ABP como metodología de enseñanza curricular. Gran parte de la literatura sobre el ABP no contiene suficiente información sobre informes experimentales y de control del ABP y faltarían pruebas que avalarían su calidad (Camp, 1996; Tanner, 1999; Newman, 2003). Además, cuantitativamente, el ABP es difícil de evaluar por varias razones y la principal es que se usan los métodos de evaluación basados en contenidos, que son los que se utilizan para evaluar la enseñanza tradicional (Newman, 2003). Wood (2003) sugiere que *“si los métodos de evaluación se basan únicamente en el recuerdo de hechos, entonces es poco probable que el ABP pueda tener éxito en el plan de estudios”*. Además, en el ABP no existen elementos estandarizados que se puedan replicar, medir o comparar (Baker, 2000). Así en la literatura aparecen diferentes estudios que demuestran resultados mixtos en general, que van desde que el ABP es superior a los métodos tradicionales o los que determinan que no hay diferencias entre ambos métodos (Pijl-Zieber, 2006). En general, es evidente que se necesita más investigación sobre la eficacia del ABP ya que la literatura a veces muestra informes que son concluyentes y otras veces son contradictorios (Baker, 2000; Newman, 2003; Morrison, 2004; Moust y cols., 2005).

## **5. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN LAS ENSEÑANZAS MEDIAS.**

El ABP es una metodología supuestamente nueva en las aulas de secundaria, enmarcada dentro de la metodología constructivista que intenta dar respuesta a los problemas actuales de la educación. Sonmez y Lee (2003) ofrecen una descripción funcional más aplicable a la Educación Secundaria para definir el ABP: es un método de enseñanza que desafía a los estudiantes a buscar por sí solos o en grupo soluciones a los problemas del mundo real (indefinidos) en lugar de aprender sobre todo a través de conferencias o libros de texto. Más importante aún, el ABP involucra a los estudiantes en el desarrollo de habilidades como el aprendizaje autodirigidos. Los problemas son seleccionado para explotar la curiosidad natural mediante la conexión del aprendizaje y la vida cotidiana de los estudiantes y haciendo hincapié en el uso de habilidades de pensamiento crítico y analítico.

Además, la intención del ABP en la Educación Secundaria es ayudar a los estudiantes a alcanzar los siguientes objetivos (Barrows y Kelson, 1993; Hmelo-Silver, 2004):

1. Desarrollar un amplio y flexible conocimiento que se podrá aplicar a los futuros problemas.
2. Aplicar las habilidades metacognitivas y del razonamiento en la resolución de problemas.
3. Desarrollar habilidades de aprendizaje autorregulado.
4. Convertirse en buenos colaboradores al funcionar como un miembro de un equipo de aprendizaje colaborativo.
5. Desarrollar la motivación intrínseca hacia el aprendizaje.

El ABP en una clase de ciencias de secundaria implica típicamente investigaciones o casos que involucran a los estudiantes en el aprendizaje significativo, el desarrollo de habilidades de investigación, y en la comprensión más firme de contenidos (Chiappetta y Koballa, 2006). Los defensores del ABP enfatizan los logros de los estudiantes, tales como la mejora de las habilidades de pensamiento, las mejoradas habilidades cognitivas o un mayor interés y disfrute de los contenidos. Otros logros adquiridos son que los estudiantes se vuelven más independientes, siendo usuarios más frecuentes de las bibliotecas y otros recursos de información, adquieren habilidades de aprendizaje a lo largo de la vida, y desarrollan un enfoque más holístico de los contenidos. Los partidarios del ABP también

caracterizan a los estudiantes educados con el ABP como más capaces de adaptarse al cambio y a trabajar bien en equipo, (Smith, 1995; Sonmez y Lee, 2003). Además, atribuyen el aumento de éxito de los estudiantes que participan en el ABP a que activan eficazmente sus conocimientos previos, promueven la metacognición a través de una mayor elaboración de la información, aumentan su grado de comprensión y recuerdo, y sitúan el aprendizaje en un contexto del mundo real (Sonmez y Lee 2003).

Dos profesores de secundaria, Karoline Krynock y Louise Robb (1996), investigaron las limitaciones del ABP con respecto a los logros académicos y el tiempo de instrucción, y cuestionaron si una unidad didáctica basada en el ABP podría proporcionar a los estudiantes la misma o mayor profundidad y amplitud de conocimiento que una unidad didáctica estándar. De los 135 estudiantes de octavo grado, nuestro equivalente a 3º de E.S.O., que participan en el estudio, 54 estudiantes experimentaron la clase basado en el ABP y el resto de los estudiantes estudiaron por el plan de estudios estándar de las ciencias utilizando métodos de clase y de laboratorio. Al término de la unidad didáctica, los alumnos fueron evaluados y los alumnos de las clases del ABP tuvieron calificaciones mayores que los alumnos que habían seguido las clases normales. Sin embargo, una parte de los alumnos con clases estándar que pasó más horas de clase y que estudiaron el tema con mayor profundidad, obtuvieron calificaciones ligeramente superiores a las de los alumnos del ABP. Por tanto, los profesores llegaron a la conclusión de que las clases normales de la misma cantidad de contenido curricular se pueden enseñar en una unidad didáctica basada en el ABP e indican que el ABP aumenta el pensamiento a un nivel superior en la resolución de problemas y capacidad de investigación, así como las habilidades de aprendizaje cooperativo.

En otro estudio, Chin y Chia (2004) exploraron las limitaciones del ABP con respecto a los roles de los estudiantes y de los profesores. Usaron un enfoque de estudio de caso interpretativo para investigar cómo una batería de preguntas guiaron a 39 estudiantes mujeres, que trabajan en nueve grupos de 4-5 cada uno, en la construcción del conocimiento en un curso de biología de noveno grado, el equivalente a 4º de E.S.O. Los autores afirmaron que la recopilación de información de las preguntas buscaba información básica: la reducción de preguntas estimulaba a los estudiantes a enlazar conceptos, las preguntas de ampliación promovieron que los estudiantes aplicaran sus conocimientos y exploraran más allá, mientras que las preguntas de reflexión les potenciaron el pensamiento crítico y la toma de decisiones (Chin y Chia, 2004). Otro hallazgo fue el como preguntas generadas por los estudiantes

guiaban el proceso de construcción del conocimiento y ayudaban a identificar piezas aisladas del conocimiento previo. Chin y Chia postularon que el papel del profesor como facilitador es el de involucrar a los estudiantes a través de andamios de identificación y de resolución de problemas, guiándoles en la formulación de preguntas.

Las deficiencias de la metodología de enseñanza tradicional y el nuevo enfoque que se deriva del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), en donde se incluye el desarrollo de competencias clave en las que hay que formar y evaluar, comporta la necesidad de introducir cambios en las estrategias dominantes en las aulas de Educación Secundaria. Se entiende por competencia clave *“aquellos aprendizajes que se consideran imprescindibles, desde un planteamiento integrador y orientado a la aplicación de los saberes adquiridos”* (Real Decreto 1631/2006). La introducción de dichas competencias clave en el currículum de la Educación Secundaria hace que el ABP sea una buena alternativa para el desarrollo de las mismas ya que está bien descrito en la literatura que el ABP promueve varias de estas competencias clave sobre todo la de *“Aprender a Aprender”* y la de *“Sentido de la Iniciativa y espíritu de empresa”* aunque también se desarrollan otras competencias clave como las *“Competencias Sociales y Cívicas”* o la *“Competencia Matemática y Competencias básicas en Ciencia y Tecnología”*. Por tanto, se podría decir que esta estrategia es coherente con un aprendizaje por competencias, pues las competencias cognitivas y de alto nivel de cognición implican una toma de decisiones, autonomía, habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas. Si introducimos en este aprendizaje las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), se desarrollarían otras competencias clave como son la *“Competencia Lingüística”* o la *“Competencia Digital”*.

En la siguiente tabla se hace una comparativa entre las competencias clave y cómo el ABP contribuye a que se desarrollen cada una de ellas en la Educación Secundaria:

COMPETENCIAS CLAVE	ABP
<i>Competencia Lingüística</i>	Argumentar y debatir ideas con fundamentos sólidos, habilidades de comunicación, exposición de los resultados.
<i>Competencia Matemática y Competencias básicas en Ciencia y Tecnología</i>	Habilidades de identificación de información, análisis y solución de problemas, resolución de problemas de distinta índole, desarrollo de diferentes estrategias en la resolución de los problemas; uso del método científico.
<i>Competencia Digital</i>	Búsqueda y selección de la información de diferentes fuentes, realización de análisis y síntesis sobre el proceso llevado a cabo.
<i>Aprender a Aprender</i>	Aprendizaje activo, autoaprendizaje, habilidades metacognitivas, autoevaluación, pensamiento crítico y analítico, capacidad de detectar las carencias y virtudes de su aprendizaje, aprendizaje continuo, importancia tanto de los contenidos como de los procesos para llegar a ellos, mayor integración de lo aprendido y más duradero.
<i>Sentido de la Iniciativa y espíritu de empresa</i>	Aprendizaje autónomo, autoaprendizaje, toma de decisiones, seguridad y autonomía en las acciones, pensamiento crítico y analítico, autoevaluación, imaginación y creatividad.
<i>Competencias Sociales y Cívicas</i>	Trabajo cooperativo y colaborativo, pertenencia al grupo, desarrollo de actitudes sociales, afectivas o personales así como de valores.
<i>Conciencia y expresión culturales</i>	Desarrollo de actitudes sociales, afectivas o personales así como de valores.

Retomando el concepto de la introducción de las TICs en el ABP, se ha de considerar que el llamado “*ABP virtual*” o “*ABP online*” proporcionaría una nueva plataforma y escenarios para la discusión colaborativa y cooperativa entre los estudiantes y el tutor. Además, hace considerablemente más accesibles las fuentes de documentación e información para resolver los problemas (Sulaiman y cols., 2004). Asimismo, ayuda a los estudiantes tímidos o a los que no dominen el lenguaje utilizado por los otros miembros del grupo. También se reduce la logística ya que no se requieren tantas salas pequeñas para que se reúnan los grupos, ni tantos tutores para supervisar los grupos y además permite registrar las discusiones del grupo aun no estando presente el tutor ya que mediante el uso de chats o en los foros, todo queda registrado y el tutor puede revisarlo después. Una de las herramientas más utilizada en el ABP virtual son las videoconferencias porque aseguran la colaboración



dentro del grupo (Savin-Baden, 2006). Entre las herramientas que ponen a nuestra disposición las TICs para el desarrollo del ABP estarían (Sáez López y Ruiz Ruiz, 2012):

1. *Pizarra Digital*: es una herramienta aceptada por la mayoría de los profesores porque es de fácil uso, mejora la enseñanza, el aprendizaje y potencia la creatividad. Estas características son esenciales en el ABP. El alumno propondría la solución a su problema así como el proceso mediante una exposición oral mediante, por ejemplo, un *Power Point* en la Pizarra Digital.
2. *Videoconferencias*: El uso de herramientas como Skype, Vokle, Anymeeting, etc. enfocadas a seminarios web o seminarios en línea (*webinar*) pueden ser utilizados alternamente para facilitar el intercambio de información entre los sujetos de los grupos.
3. *Wikis*: son páginas web que pueden ser editadas por los usuarios para añadir el contenido que crean necesario. Es un recurso interesante por la riqueza y la diversidad de las fuentes. Sin embargo, a veces se critica que carecen de precisión científica y fiabilidad aunque es un recurso verdaderamente atractivo en el enfoque colaborativo.
4. *Presentaciones con Power Point o Prezi*: el alumno puede apoyarse en las tradicionales presentaciones mediante diapositivas utilizando el *Power Point* o programas similares, o incluso utilizar la aplicación web *Prezi* que aporta un entorno más dinámico, posibilitando incluso presentaciones online entre varios alumnos.
5. *Entornos Virtuales de Aprendizaje (E.V.A.)* los trabajos realizados se añaden en un entorno o Campo Virtual. El profesor puede subir el problema a través de esta plataforma y los alumnos pueden tratar de resolverlo mediante esta herramienta.
6. *Intercambio de información con herramientas síncronas y asíncronas*: en caso de que el problema se haya resuelto de modo grupal, se necesita un intercambio de información e interacción constantes, por lo que se puede ser útil contar con herramientas asíncronas como el correo electrónico o síncronas, como la videoconferencia o el chat.
7. *Blogs o portafolios digitales*: los alumnos pueden describir sus actividades plasmando el proceso en el portafolio y subirlo a un Blog. La utilización del portafolio como recurso de evaluación da al alumnado y al profesor una oportunidad para reflexionar sobre el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

## 6. APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN LAS CIENCIAS NATURALES.

La búsqueda de calidad en la enseñanza en general, y de las ciencias naturales en particular, ha conllevado el desarrollo de distintas estrategias pedagógicas y de investigación en este ámbito. Los resultados de dichas investigaciones muestran múltiples causas de los diversos niveles de aprendizaje (creativo, innovador, memorístico), y las relacionan con diversos aspectos que van desde el conocimiento de la disciplina que se instruye, hasta la aplicación de diferentes alternativas en el proceso enseñanza-aprendizaje, sin dejar de lado las concepciones, los contextos, las actitudes y las habilidades, tanto de los alumnos como de los docentes. De ahí que, por ejemplo, diferentes autores señalen manifiestamente cómo existe una antigua y considerablemente sostenida creencia de que el método basado en la resolución de problemas es una actividad fundamental de las ciencias, que la diferencia de otras actividades humanas (Blough, 1942; Stollberg, 1956; Turner, 1957; Garret, 1988). Asimismo, comentan que el aprendizaje basado en problemas trasciende del campo científico e incide en otros ámbitos de la vida, tanto a nivel individual como social, siendo considerado como una expresión del pensamiento creativo. Como consecuencia, esta metodología ha sido tomada como una de las principales actividades en la educación en ciencias.

### 6.1. ¿Qué es un problema?

Sería conveniente presentar brevemente qué se considera un problema en el campo de la enseñanza de las ciencias naturales, qué tratamiento ha habido por parte de diferentes autores y cómo se clasifican dichos problemas, así como también qué se considera resolución de problemas en este ámbito. Algunos autores definen el término “*problema*” como una *situación estimulante para la cual el individuo no tiene respuesta*; dicho de otro modo, el problema surge cuando el individuo no puede responder inmediata y eficazmente a la situación (Woods y cols., 1985). Por otro lado, Perales Palacios (1993) define problema como *cualquier situación prevista o espontánea que produce por un lado, un cierto grado de incertidumbre y por el otro, una conducta que tiende a la búsqueda de su solución*. Del mismo modo, Gil Pérez y colaboradores (1988), califican el problema como una *situación que presenta dificultades para las cuales no existen soluciones evidentes*, pues una vez conocidas éstas, dejan de constituir problemas. Por último, Garret define el problema como una *situación que no es ni solucionable ni resoluble sino sólo comprensible y por tanto es enigmática*. A estas situaciones Garret (1988) las denomina “*problemas verdaderos*”,

mientras que aquellas que presumiblemente pueden ser resueltas, las denomina “rompecabezas”. De igual manera Garret sugiere que cada persona, en dependencia de su personalidad, de los recursos de los que disponga y de su conocimiento, puede tomar una determinada situación o bien como un problema o bien como un rompecabezas, lo cual puede llevar a pensar que una situación dada sea o no un problema, es algo meramente personal.

Otro punto de vista sobre la definición de problema es el que plantea Frazer (1982). Según este autor existen dos tipos de problemas: los “artificiales” y los “reales”. Los primeros corresponden a aquellos problemas cuya solución es conocida por la persona que los plantea, mientras que los segundos son aquellos que o no tienen solución o no se les conoce. En concordancia con los desarrollos científicos actuales, un problema real en el campo de las ciencias naturales no debe ubicarse necesariamente en el marco de la biología, la física o la química, pero sí puede tener un fuerte componente de cada una de estas disciplinas. Por consiguiente, resultaría pertinente pensar en una resolución de problemas desde el punto de vista interdisciplinar llevado al ámbito educativo. Garret, a su vez, propone que los así llamados por él “rompecabezas” se considerarían abiertos, cuando puede haber una o más respuestas, que no serían ni incorrectas ni correctas, sino las más adecuadas. Del mismo modo se considerarían cerrados, cuando tengan una o varias soluciones potencialmente correctas. Frazer, sin embargo, contrariamente a lo que plantea Garret, desarrolla la idea de que los problemas artificiales serían abiertos o cerrados, si bien poseen un número variable de soluciones o una solución única, y que, a su vez, podrían poseer una meta concreta o no poseerla.

## **6.2. ¿Qué es el método de resolución de problemas?**

Diferentes autores plantean la resolución de problemas de diversas formas. Garret (1988), por ejemplo, se refiere a “enfrentarse” a un problema en vez de “solucionarlo”. Este autor considera que el enfrentarse a un problema entraña un proceso de pensamiento creativo. Del mismo modo define la creatividad en relación a la originalidad y la utilidad de una probable solución a una supuesta situación. Frazer (1982), a su vez, reflexiona sobre la resolución de problemas y lo define como un proceso en el cual se utiliza el conocimiento de una disciplina determinada, así como las técnicas y habilidades de la misma para disminuir la distancia que existe entre el problema y su solución. Por otro lado, los representantes de la psicología gestaltiana describen este proceso como algo beneficioso, donde el individuo que tiene la necesidad de resolver un problema requiere de un cierto periodo de “incubación”

seguido de una súbita ‘*intuición*’, gracias a la cual logra reorganizar el problema en su mente (Jessup, 1998).

Otros autores, como Kempa (1986) califican la resolución de problemas como un proceso mediante el cual el sujeto que los resuelve elabora la información dentro de su cerebro; dicho proceso requiere que se ejercite la memoria de trabajo así como de la memoria a corto y largo plazo, e implica tanto la comprensión del problema como la selección y utilización apropiada de estrategias que le permitirán obtener la solución. Para otros autores, la resolución de problemas podría definirse como el proceso a través del cual se consigue la comprensión de una situación incierta en su inicio, para lo cual se requiere que la persona que va a resolver dicha situación utilice tanto sus conocimientos previos como ciertos procedimientos (Gagné, 1971; Ashmore y cols., 1979). Otro autor, Novack, sugiere que la resolución de un problema propicia asimismo la reorganización de la información almacenada en la estructura cognoscitiva del individuo que lo resuelve, es decir, que hay aprendizaje, modificándola (Novack; 1982, 1988).

Como resultado de todo lo citado anteriormente, se han sugerido diferentes propuestas de modelos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, en cualquiera de sus enfoques, aplicando la resolución de problemas. Sin embargo, todas estas propuestas tienen en común los siguientes aspectos (Jessup, 1998):

- La comprensión del área de conocimiento del cual fue extraído el problema, dicho de otro modo, la existencia de un área de conocimiento.
- El modelo de resolución de problemas deberá ayudar al alumno tanto a plantear hipótesis como a diseñar e implementar estrategias o experimentos que le permitan corroborar dichas hipótesis.
- La comprobación de la solución constituye la fase final del proceso.
- Los problemas seleccionados deberán ser tomados de una situación real.

### **6.3. Resolución de problemas en la enseñanza de las Ciencias Naturales**

En cuanto a la resolución de problemas en el ámbito educativo, es posible hallar literatura desde principios del siglo XX. En la actualidad constituye a nivel mundial una línea fructífera de investigación, siendo un campo de trabajo, en los últimos treinta años, de mucha actividad y complejidad. Dicha complejidad se debe, por una parte, a la variedad de concepciones de enseñanza-aprendizaje que derivan de las investigaciones y por otra, a los

problemas específicos de la propia investigación. Esto, por su parte, también dificulta la interpretación teórica de la resolución de problemas (Cohen, 1983) y la construcción de una visión concreta y general sobre el papel que ejerce en la educación en ciencias naturales (López y Costa, 1996). Así, se ha determinado la existencia de diferentes enfoques de investigación se podrían resumir básicamente en tres:

- Enseñanza **para** la resolución de problemas en ciencias naturales.
- Enseñanza **sobre** la resolución de problemas en ciencias naturales.
- Enseñanza de las ciencias naturales, **centrada** en la resolución de problemas.

En las últimas décadas se ha venido resaltando la importancia de evolucionar la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales en un proceso de “*redescubrimiento más que de transmisión de información, leyes, teorías, modelos y hechos*”, atendiendo a diversas razones, como por ejemplo el rápido avance del conocimiento, la importancia de cierta información del presente en el futuro, los aspectos ético-filosóficos sobre los procesos de construcción de conocimiento científico y otras, las cuales manifiestan la necesidad de construir currículos que promulguen la superación de la transmisión de una cantidad cada vez más creciente de información, y derive hacia un conjunto de procesos que permitan comprender mejor la actividad científica, y que distinga esta actividad de otras y en general, que resulte de mayor utilidad para la vida cotidiana de cualquier individuo (Garrett, 1988).

Además, la revisión bibliográfica entorno a los currículos sobre la enseñanza de las ciencias naturales, pone de manifiesto una serie de carencias cuyo origen estaría en una educación donde se prioriza el aprendizaje memorístico de los conocimientos, es decir, se aprenden conocimientos aislados, sin relación alguna entre sí, desprovistos de significado y trascendencia, y susceptibles de ser olvidados con mucha facilidad (Amestoy de Sánchez, 1993). En el caso particular de la biología, tradicionalmente los conocimientos se han contemplado y transmitido como una colección de hechos, principios, leyes, reglas e interacciones lógicas. Esta táctica no favorece que los alumnos accedan a los conocimientos, principalmente si se tiene en cuenta el progreso significativo de los mismos lo cual determina que aparezcan problemas y preguntas tanto de interés científico como ético así como social. Este último hecho es común a otras disciplinas científicas, que demandan alternativas para su enseñanza (Sigüenza y Sáez, 1990).

Así, se podría proponer que el objetivo educativo debería conllevar a una actitud en el aula donde primordialmente se desarrolle el pensamiento creativo de los estudiantes de una manera consciente y deliberada, propiciando su aprendizaje a través de la resolución de problemas y no de una mera acumulación de contenidos. Dicho de otro modo, el aprendizaje de las ciencias naturales debería basarse en el pensar y el hacer, no reducido a una simple transmisión-asimilación de conocimientos, de modo que tales aprendizajes propicien el desarrollo de la capacidad de interpretar, valorar y tomar posición frente a hechos o fenómenos de la vida cotidiana que puedan guardar relación tanto con las ciencias naturales como con otros ámbitos de la actividad humana. Por tanto, sería comprensible asumir la resolución de problemas como una alternativa pedagógica, que puesta en práctica desde muy temprana edad, promovería una formación tendiente a la respuesta, que se adecuaría a un entorno cambiante y altamente interactivo tanto en el ámbito social, como científico así como en el tecnológico. Además, se debe acercar al estudiante al trabajo científico mediante la realización de diversas actividades, entre las cuales se destacan las de tipo práctico (Hodson, 1992).

En este punto conviene recordar que:

- Así como la resolución de problemas constituye un proceso clave en la enseñanza de las ciencias naturales (Dewey, 1975; Garrett, 1988), el uso de problemas es considerado un componente vital de la enseñanza de las mismas (Sigüenza y Sáez, 1990).
- Los trabajos prácticos de laboratorio son considerados una variedad de problema.
- En la literatura, habitualmente, se halla una muy notable división entre los denominados “*problemas de lápiz y papel*” y “*los trabajos prácticos*”, dentro de los cuales ocupan un lugar especial las prácticas de laboratorio.

Se ha de reseñar que existe entre el profesorado de ciencias una gran confusión entre lo que se entiende por *problema* y lo que son los *ejercicios de aplicación*. La mayoría de los profesores consideran equivalentes ambos términos por los que éstos son tratados también de igual manera en los libros de textos, con el consecuente resultado de hacer creer a los estudiantes que están resolviendo problemas, cuando en realidad lo que se les está planteando no son más que simples ejercicios de aplicación. Por otro lado, en la literatura también se manifiesta la importancia de las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias (Tamir y García Rovira, 1991) y que hay que renovar dichas prácticas en los libros de texto (González, 1991).

#### **6.4. Ejemplos de aplicación de la resolución de problemas en la enseñanza de las Ciencias Naturales**

Cómo se ha descrito ya anteriormente, el ABP surge como modelo educativo en las escuelas de medicina (McMaster en Canadá y Maastrich en Holanda), en la década de los sesenta, teniendo un papel preponderante en el diseño de nuevas propuestas curriculares. Sin embargo, la implementación del ABP no se ha limitado solamente al área de la salud. Dado que existen ya numerosas evidencias de la efectividad del método para alcanzar las metas de formación de los estudiantes para el mundo de hoy, se ha venido implantando en una diversidad de especialidades en todo el mundo, como son las diferentes áreas de la ingeniería, de las ciencias económico-administrativas, en ciencias sociales (derecho, trabajo social, psicología) y, por supuesto, en las ciencias experimentales (física, química, matemáticas, geología y biología) (Morales Bueno y Landa Fitzgerald, 2004).

A continuación, se van a describir dos casos de ABP aplicados a la Biología y la Geología en la Educación Secundaria. El primer caso se llevó a cabo con alumnos del segundo ciclo de E.S.O y el segundo, con alumnos de bachillerato.

##### **Ejemplo 1: El enigma del kudú muerto** (Kendler y Grove, 2004).

*Antecedentes.* La grave sequía a principios de 1980 en el Transvaal, noroeste de Sudáfrica, llevó a un gran aumento en la mortalidad del gran kudú (*Tragelaphus strepsiceros*). A pesar de su peso de hasta 1.000 libras, este antílope se considera que es altamente resistente a la sequía. Normalmente puede subsistir incluso en el borde de los desiertos. Sin embargo, su área normal de hábitat, alrededor de 100 hectáreas, se ha reducido por la construcción de cercas construidas por los agricultores para evitar daños a los cultivos. Las autopsias indicaron que la emaciación y la muerte del gran kudú se debían a la desnutrición, a pesar de la presencia de hojas en el intestino de este rumiante. Sin embargo, no se encontró cuál era la enfermedad, y se vio que la carga de parásitos internos en los kudús no era excesiva. También se determinó que el contenido de proteína de las hojas era adecuado, pero el análisis de las heces indicó que la proteína no estaba siendo digerida.

*Objetivo:* Explicar lo que causó la muerte del kudú por malnutrición, a pesar de una alimentación adecuada.

En esta prueba, a los estudiantes se les da el texto arriba descrito y se les deja tiempo suficiente para leer el problema. A continuación, el tutor les pedirá que escriban aquellos

términos cuyo significado no esté claro. Con frecuencia, los "post-mortem", "emaciación" y "rumiante", son términos problemáticos. Una vez definidos adecuadamente estos términos, los alumnos comenzarían a hacer preguntas con respecto al caso problema, pero serán solamente ellos quienes tengan que explicar lo que hizo que los animales se murieran. El tipo de preguntas que podrían hacer serían: *¿Qué se entiende por "su carga parasitaria interna no era excesiva"?; ¿Fueron los plaguicidas utilizados por los agricultores en sus cultivos los responsables de la muerte?; ¿Fueron las plantas, destruidas por la sequía y que normalmente comían, las responsables de su muerte?; ¿Murieron por la falta de agua?; ¿Sus enzimas digestivas no eran capaces de digerir las hojas que comían?; ¿Cuál es la fuente de las enzimas? ¿Quizás bacterias o protozoos?; ¿De dónde proceden originalmente estos microbios? ¿Cómo llegaron al tracto digestivo?; ¿Acaso los pesticidas u otros productos químicos podrían aniquilar a los microbios?; ¿Dicho producto químico provendría de las hojas?; ¿Esta sustancia química es producida por árboles?*

Después de la sesión de preguntas y respuestas, a los estudiantes se les da un segundo folleto impreso que proporciona la solución con mayor detalle:

*Solución: Las hojas son digeridas por las enzimas microbianas en el rumen. El análisis químico de las hojas reveló que tenían una cantidad excesiva de taninos. Los niveles altos de taninos interfirieron con el metabolismo microbiano, culminando así en la inanición del kudú.*

*Los niveles elevados de taninos se atribuyen a la defensa de las plantas contra el pasto excesivo del kudú. En condiciones normales, el pasto se limita a menos de dos minutos por árbol y además, ocurre con poca frecuencia ya que el kudú se encuentra en una superficie de 100 hectáreas. La valla, diseñada para limitar el acceso del kudú en áreas pobladas y granjas, donde corrían riesgo de recibir un disparo, tuvo consecuencias graves durante la sequía, ya que los kudús se vieron obligados a alimentarse de los mismos árboles con más frecuencia.*

*Los kudús son animales voraces y los árboles responden a este ataque en cuestión de minutos mediante el aumento de su producción de taninos. Esto es detectado normalmente por el kudú y pasa a otro árbol. La combinación de la valla y la sequía obligó a los animales a regresar a sus sitios de alimentación a intervalos cada vez más cortos. En estas circunstancias, las concentraciones de taninos se mantuvieron altas, demasiado elevadas para permitir una función microbiana normal.*

Se les da tiempo para leerlo y se les pregunta si tienen dudas. Si es así, las preguntas serán contestadas. Toda la sesión de ABP puede durar de una a dos horas, dependiendo de los conocimientos de biología de la clase. En la mayoría de las sesiones en las que se ha utilizado este problema, los estudiantes finalmente resolvieron el problema por su cuenta. Sin embargo,



en algunos casos, se tuvieron que dar consejos para prevenir que se llegara a un callejón sin salida. Dichos consejos en forma de preguntas suelen ser: *¿Qué es necesario para la digestión de los alimentos de origen vegetal?; ¿De qué manera las células vegetales difieren de las células animales?; ¿Cuáles son las fuentes de las enzimas digestivas?; Si usted es un árbol, ¿cómo se protegería de ser comido?; ¿Cuáles son las sustancias que pueden afectar el crecimiento o supervivencia de los microorganismos?*

**Ejemplo 2: Conservación del Hábitat: El Caso de Fondos Insuficientes** (Kendler y Grove, 2004).

*Antecedentes:* La ciudad de Menhaden Bay (Connecticut) se encuentra en la costa de Long Island Sound. Esta comunidad rural quiere ampliar su base tributaria para crear más puestos de trabajo y recaudar dinero para cumplir con una orden judicial para mejorar los servicios de la ciudad. Para ello, la ciudad está en negociaciones para vender un terreno desierto circundante. Este terreno podría ser una de las tres siguientes regiones de aproximadamente el mismo tamaño:

1. Marisma-estuario a lo largo de la costa. Este área es el hogar de muchas especies de aves, peces y artrópodos. Se trata de un "vivero" importante para vieiras jóvenes, aunque la industria comercial local de vieira está en declive. También sirve como un importante lugar de parada para la migración de aves acuáticas incluyendo varias especies de patos y barnaclas. Cada verano también se han visto focas justo al lado de la costa. Además, se puede encontrar en el pantano una población local de cucarachero sabanero. Censos de verano han documentado una población pequeña cuyos números han oscilado 2-5 parejas nidificantes durante las tres últimas temporadas de cría. No hay otras poblaciones reproductoras documentados de cucarachero sabanero en Connecticut, aunque se han encontrado ejemplares de esta especie en Nueva York y Massachusetts.
2. Cadena de colinas muy boscosa con arces de azúcar y otros árboles de madera dura. Contiene los sitios de anidación para varias especies de rapaces, algunos cazan en la marisma, y otros cazan en el prado cercano. Coyotes y un pequeño rebaño de ungulados coexisten al menos de forma pacífica. Las colinas también contienen varios terrenos con una hermosa pero muy rara orquídea, "La sandalia de la Virgen" (*Acaule Cypripedium*). Esta planta se utilizaba generalmente en el siglo XIX como sedante, en el tratamiento de dolores de cabeza nerviosos, histeria, insomnio y depresión. La masiva recogida de esta planta, debido a sus notables propiedades terapéuticas, ha disminuido considerablemente su prevalencia.
3. Región prado expansiva de forma irregular con una abundante población de ratones de campo y otros roedores, zorros, y arañas. Es frecuentado por la migración de passeriformes. También contiene algunas plantas insectívoras, y el terreno más grande de Nueva Inglaterra de una especie en peligro de flores silvestres llamada el cuello Scanlan.

*Varios ríos descienden desde las colinas, atraviesan la pradera y llegan a la marisma. A estas corrientes migra cada año la pinchagua (*Alosa pseudoharengus*) para desovar.*

***Objetivo:** Usted es un miembro de "The Nature Conservancy" (TNC), y desea comprar esta tierra para mantenerla en su estado natural. Menhaden Bay ha acordado la venta de una parte o de la totalidad de la tierra para usted, pero sólo tiene fondos suficientes para comprar la mitad de ella. Actualmente hay otras propuestas de desarrollo que también están siendo examinadas por la ciudad. Asumiendo que usted puede conservar la mitad de la tierra, el resto probablemente se desarrollará en una de otras cuatro maneras. Usted debe recomendar a la junta directiva de TNC, la mitad de las tierras a comprar y, a su vez, el desarrollo que se llevará a cabo. También puede proponer cualesquiera otras soluciones novedosas, pero razonables. Asegúrese de considerar tanto la preservación del medio ambiente como el impacto social de cada propuesta. Usted puede asumir que el valor económico de cada esquema de desarrollo es esencialmente el mismo, y que el precio de la tierra por acre es la misma en cada uno de los tres hábitats.*

Este caso fue desarrollado para alumnos con mayor nivel de biología que se reunían semanalmente durante una hora en la que realizaban un coloquio-debate. Este tipo de casos fueron diseñados para integrar la información de cursos básicos y selectivos en el currículo de biología, y se desarrollaba en dos semanas. En la primera semana, los estudiantes analizaban el problema, identificaban la información pertinente que ya sabían, así como lo que necesitaban saber, y se asignaban las tareas dentro del grupo. Los recursos materiales que necesitaban estaban a su disposición en la biblioteca; aunque hay que reseñar que muchos estudiantes fueron más allá para encontrar información adicional. En la segunda semana, se llevó a cabo una discusión de los problemas dirigida por los estudiantes llegando a una recomendación de consenso al final de la sesión. En estas sesiones se fijaron los siguientes objetivos:

1. Identificar las especies de importancia para la conservación.
2. Identificar el hábitat(s) importante para esas especies.
3. Determinar las prioridades en materia de conservación del medio ambiente.
4. Balance de las preocupaciones ambientales y sociales.
5. Evaluar la interacción entre las especies.
6. Considerar las diferencias en la importancia de la diversidad de especies para el mantenimiento de un ecosistema.
7. Valorar el papel de tamaño del hábitat y/o grado de la fragmentación en del mismo en la perpetuación de una especie.
8. Estimar el impacto que el desarrollo va tener sobre las áreas adyacentes.

## 9. Desarrollar habilidades de negociación y persuasión.

Asimismo, a los estudiantes se les presentaron cuatro propuestas sobre las que trabajar:

- 1. Comprar la marisma y parte de las regiones del prado y la colina. La parte restante de la pradera se convertiría en un campo de golf, mientras que las zonas de montaña se destinarían a un área de "juegos de supervivencia", donde la gente se dispararía bolitas de pintura el uno al otro.*
- 2. Comprar las colinas y la mitad de la marisma. El prado y la mitad de la marisma se borrarán para edificar ocho pisos para proporcionar viviendas asequibles para familias de clase media y de la tercera edad.*
- 3. Comprar los cerros y la mitad de la pradera. La marisma se convertiría en un vivero de almejas, y la mitad del prado albergaría una nueva granja de aves de corral.*
- 4. Comprar la marisma y la mitad del prado. "Connecticut Power" construiría una estación de almacenamiento de agua en las colinas. Se espera que esta estación proporcione energía hidroeléctrica a precios competitivos para la costa de Connecticut, aunque se tendrían que pasar algunas tuberías y líneas eléctricas por el resto de la pradera.*

Al final de las sesiones, se les pasó una encuesta a los estudiantes para que pudieran auto-evaluar si se cumplieron los objetivos. Los datos obtenidos de la encuesta mostraron que el ABP era una forma eficaz de cumplir los objetivos de aprendizaje. Los estudiantes también fueron encuestados acerca de: *¿Qué te gusta de estas sesiones de ABP? ¿Qué no te gusta de estas sesiones de ABP?* En cuanto a la primera pregunta, los alumnos destacaron que este caso fue un reto para ellos pero que les permitió abarcar todo su conocimiento de diversos cursos para resolver estos problemas dentro de un foro abierto. Además, habían mejorados sus habilidades de resolución de problemas y de toma de decisiones en grupo y que se sentían más intelectuales. En relación a la segunda pregunta, a la mayoría se les hizo demasiado corto y creen que no había suficiente tiempo para poder investigar y debatir las ideas y las propuestas. Por otro lado, se dieron cuenta de que algunas cosas no son tan fáciles de demostrar como se podría esperar o pensar y echaron en falta el hecho de que no les comunicaran el resultado real de la conservación de este área. En conclusión, no cambiarían en sí nada del proceso que se llevó a cabo.

## **7. PROPUESTA DE ABP PARA BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA DE 3º DE E.S.O.**

### **7.1. Planteamiento de la Propuesta**

Tras la revisión de lo que es el ABP, sus puntos fuertes, sus carencias, su metodología, etc., ahora es el turno de hacer una propuesta en la que se desarrolle este método didáctico. La materia elegida es “*La problemática de las drogas en la adolescencia*” ya que esta circunstancia es una cuestión que, no sólo les afecta a ellos, sino que es un problema grave de nuestra sociedad y que se debe de dar a conocer desde muy temprana edad. Este tema lo podríamos enmarcar en 3º de E.S.O., dentro de la unidad didáctica relativa al Sistema Nervioso y Hormonal, denominada “*Función de Relación y Coordinación Humana I*”, la cual se engloba dentro de la programación de la asignatura de Biología y Geología. Su ubicación en el currículo sería el Bloque 2, “*Las personas y la salud.*”, siendo su contenido:

1. Los sistemas de coordinación.
2. Los componentes del sistema nervioso.
3. El sistema nervioso.
4. El sistema endocrino.
5. El funcionamiento del sistema nervioso.
6. El funcionamiento del sistema endocrino.
7. La salud mental.
8. Las enfermedades del sistema endocrino.
9. La conducta humana.

Dentro de este segundo bloque “*Las personas y la salud*” se situarían las unidades didácticas denominadas “*Promoción de la salud. Sexualidad y reproducción humana*”, “*Alimentación y nutrición humanas*” y por último, la unidad en la que se encuadraría nuestra propuesta, “*Las funciones de relación: percepción, coordinación y movimiento*”. Se ha de señalar que ya en la etapa de Educación Primaria los alumnos, a partir del tercer curso, comienzan a tener conocimientos de lo que es la función de relación. Los sentidos y el aparato locomotor son lo primero que conocen, siendo ambos sistemas vitales para su desarrollo en esa etapa. Pero no es hasta sexto curso cuando tienen nociones del Sistema Nervioso y del sistema endocrino, aunque de éste último es muy superficialmente a través de los aparatos reproductores y las hormonas sexuales.

Por tanto, es en 3º de E.S.O. cuando a los alumnos se les va a mostrar el funcionamiento del Sistema Nervioso en profundidad por primera vez y de ahí que sea el curso ideal para desarrollar la problemática de las drogas. De hecho, en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, se citan los siguientes estándares de aprendizaje, relacionados con este tema, que los alumnos han de alcanzar:

1. Detecta las situaciones de riesgo para la salud relacionadas con el consumo de sustancias tóxicas y estimulantes como tabaco, alcohol, drogas, etc., contrasta sus efectos nocivos y propone medidas de prevención y control.
2. Identifica las consecuencias de seguir conductas de riesgo con las drogas, para el individuo y la sociedad.
3. Identifica algunas enfermedades comunes del sistema nervioso, relacionándolas con sus causas, factores de riesgo y su prevención.

## **7.2. Contextualización**

Las actividades que se describirán más adelante se llevaron a cabo durante el período de prácticas externas o *prácticum* aunque, he de matizar que, la del ABP no se llevó tal cual a la práctica por falta de tiempo. Lo que sí se hizo fue plantear un debate sobre ese supuesto. Dichas actividades se desarrollaron en tres clases de 3º de E.S.O. del *I.E.S. Emilio Ferrari*, en Valladolid, y participaron 68 alumnos con edades comprendidas entre los 14 y 16 años.

El *I.E.S. Emilio Ferrari* se haya en la zona noroeste de Valladolid, en el margen derecho del río Pisuega, y atiende las necesidades educativas de una población bastante heterogénea, es decir, tanto población urbana (los barrios de Huerta del Rey/Las Eras, Girón, La Victoria/Puente Jardín (como de rural (Zaratán, Villanubla, Wamba y La Overuela). Cada área, asimismo, posee características diferentes: en Puente Jardín la población es muy joven, población más madura encontramos en los barrios de La Victoria y Girón, de clase media acomodada son los alumnos provenientes de Huerta del Rey, y de clase media-baja son los que provienen del resto de los barrios, incluso baja en algún de ellos en concreto. Por otro lado, se ha de comentar que los núcleos rurales cercanos a Valladolid están experimentando un proceso de urbanización intenso que ha propiciado el rejuvenecimiento de la población de los mismos, e incluso a la aparición de urbanizaciones residenciales como Fuente Berrocal. Como consecuencia de todo ello, los alumnos de este centro no muestran un rasgo

característico único, sino que la diversidad es el principal rasgo que les caracteriza, hecho éste que más que constituir un obstáculo es un elemento enriquecedor de este centro.

El *I.E.S. Emilio Ferrari* se creó en el año 1968 como Instituto de Bachillerato. Actualmente es un Instituto de Educación Secundaria donde se imparten las siguientes enseñanzas: Enseñanza Secundaria Obligatoria (currículo normal y currículo *British Council*); Bachillerato en dos modalidades, (Ciencias y Tecnología, y Humanidades y Ciencias Sociales), también se imparten tres Ciclos Formativos de Grado Superior presenciales (Animación Sociocultural, Integración Social y Educación Infantil) así como el Ciclo Formativo a distancia de Educación Infantil. Cuenta también con un Programa de Diversificación de dos años.

### **7.3. Espacios**

Las actividades que se van a proponer, en cinco sesiones, se realizarán en el aula correspondiente a cada grupo de 3º de E.S.O. siempre y cuando haya pizarra digital, ordenador y videoprojector en la clase ya que sólo el 50% de las aulas en las que se imparte la asignatura de Biología y Geología tiene dichos materiales. En caso de no haber dicho material, la sesión se realizará en una de las salas de informática que hay en el centro.

### **7.4. Materiales y Recursos**

Los materiales y recursos necesarios son:

1. *Pizarra Digital, ordenador y videoprojector*: Aunque creamos que esto de las pizarras digitales es nuevo, parece ser que comenzaron a utilizarse en las aulas a finales de 1990. Dichas pizarras utilizan un modo de transmisión síncrona de modo que promueven una interacción bidireccional entre el profesor o el estudiante y el medio. Este nivel de participación permite una gama más amplia de participación por parte del alumno, lo que lleva a un mayor estado de compromiso, y un entorno de aprendizaje potenciado (Bryant y Hunton, 2000). Las pizarras digitales también tienen una función asíncrona, permitiendo que el material que allí se desarrolle, se guarde y pueda ser compartido en papel o electrónicamente más tarde. Las pizarras digitales ayudan a la instrucción en base a tres modalidades de aprendizaje (Beeland, 2002):
  - *Aprendizaje visual*: Puede ir desde el uso de texto e imágenes hasta el uso de la animación y el video.

- *Aprendizaje auditivo*: Las actividades que implican el aprendizaje auditivo incluyen el uso de palabras por vía oral para la pronunciación, como son discursos y poemas. El uso de aprendizaje auditivo también puede incluir escuchar sonidos o música.
- *Aprendizaje táctil*: Permitir que los estudiantes puedan interactuar físicamente con el profesor puede ayudar a satisfacer las necesidades de los alumnos de una manera más rápida.

Así, a medida en que cada una de estas tres modalidades se incorpora en una lección, esto puede determinar el grado en que los estudiantes participan en el proceso de aprendizaje y, por tanto, su motivación para aprender. De hecho el estudio de Beeland (2002) concluye que el uso de pizarras interactivas en el aula da lugar a una mayor participación de los estudiantes. La razón principal parece ser los aspectos visuales de la utilización de la pizarra. Asimismo propone que los profesores tienen que ser conscientes del potencial que estas pizarras tienen para aumentar el rendimiento estudiantil mediante una mayor participación de los estudiantes. Consecuentemente el uso de esta información, junto con otros esfuerzos para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, tiene el potencial de gran ayuda para los educadores tanto en sus esfuerzos para atraer y mantener la atención de los estudiantes como para mejorar el rendimiento estudiantil.

2. *Herramienta digital “Popplet” para elaborar Mapas Conceptuales*: La elaboración del mapa conceptual se llevó a cabo a través de una herramienta digital online llamada *Popplet* (<https://popplet.com/>), la cual es de fácil uso para los alumnos. Los mapas conceptuales se pueden considerar como un método efectivo para visualizar la estructura del conocimiento. Dichas representaciones visuales tienen una serie de ventajas: los símbolos son rápida y fácilmente reconocibles, y esto se puede demostrar, considerando la gran cantidad de logos, mapas, flechas, señales de tráfico, etc., que la mayoría de nosotros podemos recordar con poco esfuerzo; también permiten el desarrollo de una comprensión holística que las palabras solas no pueden transmitir, porque la forma gráfica permite representaciones de las partes y del todo de una manera que no está disponible en la estructura secuencial del texto (Asen, 2007).

En la enseñanza de las ciencias, los mapas conceptuales han sido ampliamente utilizados y recomendados en una variedad de formas. Se han utilizado para ayudar a los profesores y estudiantes a construir una base de conocimientos organizados en una disciplina

determinada (Pankratius, 1990) o en un tema determinado (Kopeck y cols., 1990) y se han aplicado para facilitar el aprendizaje de contenidos de ciencias a los estudiantes de enseñanzas medias (Hawk, 1986; Simmons et al., 1988; Willerman y Mac Harg, 1991; Ritchie y Volkl, 2000; Guastello y cols., 2000; Sungur y cols., 2001; Duru y Gurdal 2002). Los resultados de estos estudios indican que el mapa conceptual es una herramienta eficaz para ayudar a la comprensión y la retención de la ciencia por los estudiantes. Además, los estudiantes que utilizan mapas conceptuales suelen obtener mejores calificaciones que los estudiantes que reciben tipos de enseñanza más tradicionales. Además, los mapas conceptuales se han utilizado para evaluar lo que el alumno sabe (Wandersee, 1987), para revelar los procesos de pensamiento único (Cohen, 1987) y mejorar la retención y el recuerdo en estudiantes de primaria y secundaria con dificultades de aprendizaje (Asan, 2007).

3. Presentaciones con Power Point: Esta herramienta digital es muy útil para el desarrollo de cualquier clase magistral ya que por un lado, es más visual que escribir en la pizarra y por otro lado, se interactúa más con los alumnos ya que no se les da la espalda que es lo que se hace cuando se explica algo en el encerado.
  
4. Libros: Para el desarrollo de las clases magistrales se utilizaron dos libros: el libro de la asignatura de Biología y Geología de 3º E.S.O. y el libro del profesor, ambos de la Editorial Santillana.
  
5. Materiales para la Campaña Publicitaria Antidrogas: Para el desarrollo de dicha actividad los alumnos utilizarán cartulinas, material de escritura y dibujo, pegamento así como todo el material que ellos convengan conveniente para el desarrollo de carteles creativos.

### **7.5. Metodología**

Para el desarrollo de las distintas actividades se utilizarán las siguientes metodologías:

1. Método Tradicional: Esta metodología se desarrollará en las sesiones de transmisión de conocimientos básicos del Sistema Nervioso y en la presentación de *Power Point* sobre las drogas.

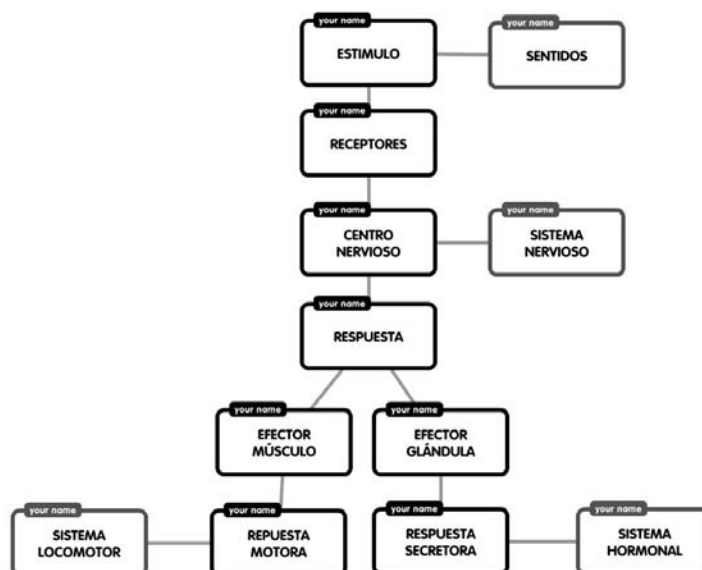


2. *Aprendizaje Basado en Problemas*: Eje central del desarrollo del proyecto denominado “La problemática de las drogas en la adolescencia”.
3. *Método de Investigación Guiada*: Mediante este método los alumnos crearán la campaña publicitaria antidrogas ya que se les proporcionará el material sobre el que tienen que trabajar (folletos elaborados por la Junta de Castilla y León sobre diferentes drogas y dirigidos a adolescentes).

He de reseñar que aunque las tres metodologías son necesarias para el desarrollo de las distintas actividades, la metodología principal que se va a llevar a cabo es el Aprendizaje Basado en Problemas.

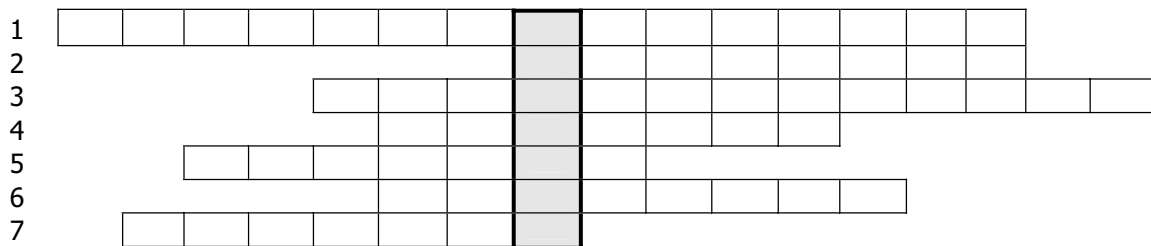
### 7.6. Desarrollo de las actividades

Primeramente, sería necesario establecer los conocimientos previos que los alumnos tienen sobre los sistemas involucrados en la función de relación, y más concretamente del Sistema Nervioso. Para ello se utilizaría una única sesión y se partiría del siguiente mapa conceptual, elaborado con la herramienta digital *Popplet* (<https://popplet.com/>), en el que se explica el proceso básico de la función de relación desde la llegada de un estímulo hasta la elaboración de una respuesta correspondiente a dicho estímulo. Este mapa conceptual se hará en clase con los alumnos para desarrollar también la Competencia Digital.



A continuación, para profundizar en el conocimiento que los alumnos tienen del Sistema Nervioso, se les plantearía la resolución del siguiente crucigrama en el que las definiciones relacionan los componentes del Sistema Nervioso con los componentes de un ordenador. Asimismo, deberán de sacar la palabra clave que se encontraría en la zona sombreada.

*Resuelve el crucigrama para encontrar la palabra escondida.*



**Definiciones:**

1. Conjunto de sistemas en red que se encargan de transmitir la información.
2. Información que introducimos en el ordenador para que éste actúe, lo mismo que haríamos con nuestros sentidos.
3. Placa base a partir de la cual se ejercitan los actos voluntarios.
4. Unidad de procesamiento central o disco duro.
5. Conjunto de cables por medio de los cuales se transmite la información.
6. Mecanismo de conexión entre diferentes chips para la transmisión de los bits.
7. Equivalente a la RAM de un ordenador.

Una vez finalizada la sesión de conocimientos previos, se comenzaría una segunda sesión en la que se impartirían, mediante clase magistral, los conocimientos básicos del Sistema Nervioso: los sistemas que lo integran (Sistema Nervioso Central y Periférico), cuáles son las células que lo componen (neuronas y células de la Glía), qué tipos hay de cada una de ellas (motoras y sensitivas, en el caso de las neuronas, y astrositos y células de Schwann, en el caso de las células de la Glía), así como los componentes de las neuronas o el proceso de transmisión del impulso nervioso mediante el mecanismo de la sinapsis. Este proceso es vital para que los alumnos tengan en cuenta el efecto que las drogas hacen sobre nuestro Sistema Nervioso ya que es ahí donde las sustancias psicoactivas ejercen su acción. Para transmitir en qué consiste la sinapsis, se podría utilizar la página web *Drogas y Cerebro* (<https://www.drogasycerebro.com/>), en la que explica claramente el proceso de la sinapsis, paso a paso, y no sólo eso, sino también los diferentes mecanismos de acción de las drogas en

dicho proceso. Dependiendo de la demanda de los alumnos, también sería conveniente la visualización de un vídeo en Internet en el que se muestra más exhaustivamente qué componentes intervienen en la sinapsis ([https://www.youtube.com/watch?feature=player\\_embedded&v=FFNWf6SEw1g](https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=FFNWf6SEw1g)), de modo que se podría plantear que los alumnos apuntaran las palabras científicas que aparecen en dicho proceso para luego hacer un ejercicio de síntesis de dicho fenómeno, intercalando sus palabras con las palabras científicas que acaban de aprender.

A continuación, en una tercera sesión, mediante una presentación de *Power Point* y utilizando como guía el libro del profesor de Biología y Geología de 3º E.S.O. de la Editorial Santillana, se les mostrará a los chicos que son las Drogas, qué tipos hay (según su legalidad o su tipo de acción), cuáles son los efectos que tienen sobre nuestro organismo y las consecuencias tanto físicas como psíquicas así como sociales de consumir drogas. Asimismo se les mostrarán términos relacionados con el consumo de drogas como son la adicción (trivialmente llamado “*enganche*”), el síndrome de abstinencia (comúnmente llamado “*mono*”), la sobredosis, la dependencia física, la dependencia psíquica y la tolerancia.

Una vez tengan estas nociones básicas sobre el Sistema Nervioso y las drogas, se les planteará el siguiente problema en relación con las ellas:

### **¡¡VAYA ESCENA CON MI GENTE!!**

*Natalia tiene fiesta fin de los exámenes con su grupo de amigos. Uno de ellos trae una sustancia que aún no ha probado (cánnabis, coca, ...). Ella conoce los riesgos y no quiere consumirlo, pero le sorprende que todos sus amigos estén de acuerdo en probarla. Incluso el chico que le gusta y con el que se entiende tan bien. En principio confía en su gente: suelen tener las mismas opiniones sobre muchos temas. Pero no sabe qué hacer.*

*¿Qué crees que debería hacer?*

*¿Qué crees que hará finalmente?*

*Ante la decisión tomada por Natalia, sus amigos pueden reaccionar de diferentes formas. ¿Cuál crees que sería la mejor reacción, es decir, la que muestra un mayor aprecio por su amiga?*

### **¿QUÉ RECOMENDACIONES DARÍAIS A NATALIA?**

A partir de este supuesto, en una cuarta sesión, los alumnos desarrollarían el método de resolución de problemas siguiendo el esquema propuesto por Morales Bueno y Landa Fitzgerald (2004), citado anteriormente en este manuscrito (página 16):

1. *Leer y Analizar el escenario del problema:* Aunque el trabajo se hace por grupos, compuestos por 4 miembros, cada alumno individualmente deberá de leer y analizar el texto, para luego hacer dichas acciones con los otros miembros del grupo de modo que se cercioren que todos los componentes del grupo comprenden el escenario del problema.
2. *Realizar una lluvia de ideas:* Tras la lectura y análisis del texto, pondrán en común las ideas que se les hayan ocurrido a cada uno y a medida que lleven a cabo su investigación descubrirán cuáles eran correctas y cuales erróneas.
3. *Hacer una lista de aquello que se conoce:* Una vez puestas en común todas las ideas, los alumnos deberán de hacer una lista de lo que conocen sobre el tema en cuestión.
4. *Hacer una lista de aquello que se desconoce:* Asimismo, harán lo mismo que en el punto anterior pero con aquello que desconocen sobre el tema que se aborda.
5. *Hacer una lista de aquello que necesita hacerse para resolver el problema:* Por otro lado, deberán de elaborar una lista de aquello que crean que es necesario para llegar a la resolución del problema como por ejemplo definir la estrategia a seguir y los pasos que se deben dar.
6. *Definir el problema:* La parte fundamental del trabajo es la definición del problema que se plantea en el supuesto que se les ha proporcionado y qué definan claramente lo que quieren mostrar o probar.
7. *Obtener información:* Una vez definido el problema, los alumnos deberán de buscar información que les ayude a resolver el problema. Cómo esta cuestión es un poco difícil aún para ellos, y teniendo en cuenta que muchas cosas que se pueden encontrar en Internet son erróneas, se les podría ayudar proporcionándoles información de forma que hagan una investigación dirigida.
8. *Presentar los resultados:* Por último, los alumnos deberán de presentar los resultados y conclusiones a las que han llegado para alcanzar la resolución del problema que se les ha propuesto.

Esta actividad se completaría con un trabajo grupal en el que los alumnos deberán realizar una *campaña publicitaria contra el consumo de drogas*. El profesor les facilitaría el material (folletos elaborados por la Junta de Castilla y León sobre diferentes drogas y dirigidos a adolescentes) sobre el que trabajarían ya que en Internet hay mucha información y

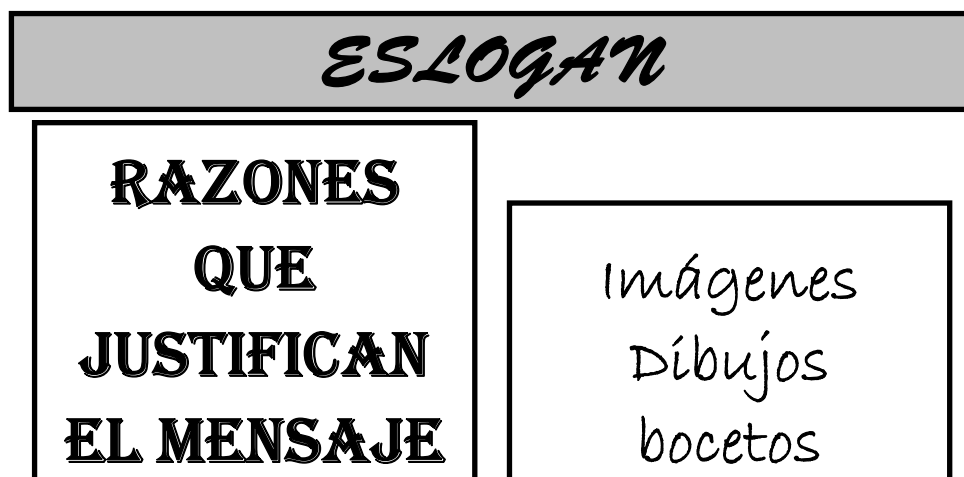
muchas veces no es del todo correcta. En una quinta sesión los alumnos expondrían su trabajo. Dicha actividad sería la siguiente:

### **Campaña publicitaria antidrogas**

Imaginad que sois los responsables de una agencia de publicidad y os encargan hacer una campaña publicitaria en contra del consumo de drogas dirigida a la población adolescente.

Deberéis organizar a vuestros colaboradores en grupos de 4 personas de modo que cada grupo realice su propuesta para la campaña. En dicha propuesta se debe incluir:

1. Cada grupo se ocupará de una droga diferente y trabajará sobre el material proporcionado por los responsables de la agencia publicitaria.
2. *Eslogan publicitario*: elaborar el mensaje. Su diseño es fundamental porque es el que llega al público final y, sobre todo, el que nos va a permitir conseguir nuestro objetivo. Por tanto, el mensaje debe dejar muy claro cuáles son los perjuicios que causan las drogas así como las razones que lo justifican.
3. Las dimensiones del cartel serán las de una cartulina y tendrá la siguiente estructura:



4. Se valorará la creatividad, tanto en la realización del eslogan como del cartel, el trabajo en grupo, la cooperación entre los diferentes miembros del grupo, el uso de un lenguaje científico correcto así como la comunicación con los responsables de la agencia mientras se realiza el proyecto para la consulta de dudas, pregunta de sugerencias, etc.

Finalmente, al ser el tema del Sistema Nervioso bastante complejo y además, siendo la primera vez que ellos profundizan este tema, se elaborará un *Cuestionario de Evaluación del proceso de aprendizaje* para evaluar los conceptos que los alumnos han asimilado así como aquellos que les han costado más asimilar para poder mejorar en un futuro la impartición de este tema. Dicho cuestionario se realizará al final la sesión expositora de los trabajos y podrían incluir preguntas tales como:

1. ¿Qué has aprendido en este tema?
2. ¿Qué es lo que más te ha costado entender? ¿Por qué?
3. ¿Cuál de las actividades desarrolladas te ha parecido más educativa? Razona la respuesta.
4. ¿Qué nuevo vocabulario debes recordar y saber utilizar correctamente al hablar acerca del Sistema Nervioso? Mínimo 5 palabras.
5. Valora sinceramente tu trabajo en las actividades de este tema y piensa en que podrías mejorar.
6. ¿Qué opinión tienes del modo en el que el profesor ha dado sus clases?

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Fundamentalmente, el constructivismo dice que las personas construyen su propia comprensión y conocimiento del mundo a través de experimentar cosas y reflexionar sobre las experiencias. Por ello, para ayudar a los alumnos a construir su conocimiento sobre el Sistema Nervioso es primordial establecer los conocimientos previos que los estudiantes tienen sobre dicho tema. Una herramienta muy útil para esta tarea es el uso de mapas conceptuales. Los mapas conceptuales son representaciones espaciales, de conceptos y de sus interrelaciones, que pretenden representar las estructuras del conocimiento que los humanos tienen en sus mentes (Asen, 2007). Joseph D. Novak, de la Universidad de Cornell, se considera que es el que, en la década de 1960, comenzó con el uso sistemático de los mapas conceptuales para el aprendizaje (Novak, 1993) y su trabajo se basaba en la teoría de la asimilación del aprendizaje cognitivo de Ausubel (1968). Además propuso que el marco teórico que apoya el uso de mapas conceptuales es coherente con la epistemología constructivista y la psicología cognitiva.

En el desarrollo de esta actividad con los alumnos del *I.E.S. Emilio Ferrari*, pude comprobar que los conocimientos iniciales que tenían los alumnos abarcaban unos pocos de conceptos (neurona, cerebro, médula espinal, nervios), lo cual era lo esperado ya que como he citado anteriormente las nociones que ellos tienen del Sistema Nervioso son de sexto de primaria. Sin embargo, a medida que se iba avanzando en el tema y trabajando siempre sobre el mapa conceptual inicial, que les sirve de orientación dentro del tema, los alumnos recordaban los conceptos anteriores y eso se debía a que en el mapa conceptual inicial iban poniendo los nuevos conceptos que se iban explicando. Por ejemplo, en el caso de los tipos de neuronas, ellos relacionaban que las neuronas sensitivas eran las que iban de los receptores al centro nervioso, que en dicho centro nervioso se encontraban las interneuronas o neuronas de asociación y que del centro nervioso a los efectores estaban las neuronas motoras. Asimismo, cuando se les explica que las neuronas se unen entre ellas formando fibras y a su vez nervios, se dan cuenta de dónde se localizan los componentes del Sistema Nervioso Periférico, es decir, los nervios motores y los nervios sensitivos.

Relacionar estos conceptos con la vida cotidiana también es fundamental. En ese sentido les pregunté si habían visto la película de “*La Teoría del Todo*” que narra la vida del astrofísico Stephen Hawking. Algunos de ellos la habían visto y les lancé la siguiente

pregunta: *¿Qué enfermedad le diagnostican a Stephen Hawking?* La mayoría respondieron ELA, Esclerosis Lateral Amiotrófica, pero en la película lo que le diagnosticaron fue el *Síndrome de la Neurona Motora*, y al decirles yo eso se dieron cuenta de lo que le había pasado a Stephen Hawking: al no funcionarle las neuronas motoras los órganos efectores, en este caso los músculos, dejaban de funcionar porque no le llegaban las órdenes desde el centro nervioso y por eso él iba perdiendo la movilidad e incluso dejó de poder hablar.

La siguiente actividad de conocimientos previos fue el crucigrama, de elaboración propia, y que se mostró en la página 46. Esta actividad es un poco compleja y de hecho los resultados así lo reflejaron. Primeramente voy a mostrar la solución a dicho crucigrama y a continuación expondré los resultados. Dicha solución es la siguiente:

1	S	I	S	T	E	M	A	<b>N</b>	E	R	V	I	O	S	O		
2								<b>E</b>	S	T	I	M	U	L	O		
3				M	E	D		<b>U</b>	L	A	E	S	P	I	N	A	L
4					C	E		<b>R</b>	E	B	R	O					
5			N	E	R	V	I	<b>O</b>	S								
6						S	I	<b>N</b>	A	P	S	I	S				
7	M	E	M	O	R	I		<b>A</b>									

En general, resolvieron rápidamente todas las definiciones salvo la número 6, la de la sinapsis. Este era el resultado esperado ya que el concepto de sinapsis era nuevo para ellos. Así, de las actividades de conocimientos previos pude concluir que los conceptos básicos de lo que es el Sistema Nervioso los poseían, es decir, sabían de la existencia del cerebro, aunque se les mostró que realmente se denomina encéfalo y que el cerebro es una parte de éste, conocían la médula espinal y las consecuencias de tener una lesión en ella, que el Sistema Nervioso está compuesto por nervios y que las células que lo componen son las neuronas, la palabra clave que escondía el crucigrama.

Una vez establecidos los conocimientos previos de los alumnos, se entraría en materia, dicho de otro modo, se comenzaría con el tema del Sistema Nervioso. Simplemente, como ya he comentado, estableceríamos lo que son las neuronas y como se transmite el impulso nervioso entre ellas, es decir, que esta acción es siempre unilateral, del axón de la neurona presináptica a la dendrita o al cuerpo celular de la neurona postsináptica. Para mostrar el proceso de la sinapsis es conveniente ayudarse de las TICs ya que la red nos proporciona una gran cantidad de recursos. Aprovechando que en el aula había una pizarra digital, ordenador y



videoprojector la clase se basó en la página web *Drogas y Cerebro* (<https://www.drogasycerebro.com/>), la cual recomiendo. De esta manera creo que se fomenta un ambiente de aprendizaje donde los estudiantes participan más activamente y esto les motiva a la hora de querer avanzar en su conocimiento.

De hecho, la tecnología puede ser utilizada para crear un ambiente de clase motivador donde los estudiantes participen en el aprendizaje. Un entorno en el que se utiliza la tecnología de manera innovadora conduce a mejorar tanto el aprendizaje como la enseñanza (Wishart y Blease, 1999). El aprendizaje en el aula también se mejora a través del uso de elementos visuales, los cuales promueven la habilidad del estudiante para organizar y procesar la información (McKendrick y Bowden, 1999). Además, los elementos visuales también pueden ser utilizados para desafiar a los estudiantes a pensar en niveles superiores de aprendizaje que requieren habilidades de pensamiento de orden superior (Smith y Blankinship, 2000). Por último, la tecnología ofrece muchas posibilidades para los profesores a la hora de satisfacer las necesidades de los estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje a través del uso de múltiples plataformas (Bryant y Hunton, 2000).

Según mi experiencia en el *prácticum*, estoy totalmente de acuerdo con lo que propone Beeland (2002) en su estudio: “*el uso de pizarras interactivas en el aula da lugar a una mayor participación de los estudiantes*”. Los alumnos de hoy en día han nacido ya en la era digital y les apasiona este mundo. Sacarles de las actividades cotidianas del libro o de fichas que el profesor pueda desarrollar, les gusta, hace que sean más participativos, les motiva su uso y como consecuencia de todo ello, se mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje. A tal punto llega esto que me pasó una anécdota curiosa con un alumno cuando vio el mando que tenía para pasar las diapositivas. Le sorprendía el hecho de que en un aparato tan pequeño se albergaran las funciones de mando, láser, ratón, reloj y alarma. Solamente dejarle el mando y que él fuera el que señalara en la pizarra, por ejemplo, la neurona motora o sensitiva en un *gif* de un arco reflejo, reflejaba que le animaba a querer aprender y participar en lo que en ese momento se estaba explicando en clase.

La siguiente actividad que se desarrolló fue la de un *Power Point* sobre las drogas para que tengan conocimientos para poder desarrollar las sucesivas tareas. En esta presentación se explican por qué son las drogas, la drogodependencia, las consecuencias tanto físicas como psíquicas así como sociales del consumo de estupefacientes y se ahonda más profundamente

en una droga de cada tipo, es decir, una estimulante, otra depresora y otra alucinógena. El consumo de drogas ilícitas no puede ser ignorado en nuestra sociedad. Según el informe publicado por el *Observatorio Europeo de las Drogas y las Toxicomanías* en la última década se dio un aumento importante en el consumo de drogas, especialmente de cocaína y cannabis. Además se destaca que el abuso de drogas ilícitas tiene consecuencias sociales incalculables, como los costos de tratamiento de salud, mayor incidencia de la criminalidad y el perjuicio económico general (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, EMCDDA, 2012).

En este mismo informe se señala que la heroína y la cocaína siguen representando las drogas que más daño hacen en la sociedad, es decir, provocan la mayor parte de la morbilidad y la mortalidad asociados al consumo de drogas en Europa. Asimismo, el consumo de opiáceos se asocia, particularmente, a muerte por sobredosis, problema cuya magnitud queda puesta de manifiesto ya que durante la última década, ha habido una muerte por sobredosis cada hora en Europa. Con todo, es importante recordar también que los consumidores crónicos de drogas tienen un mayor riesgo de muerte por otras causas, como suicidio, accidentes, enfermedades orgánicas y traumatismos. Independientemente de las sustancias que se consuman por vía parenteral, ésta vía sigue siendo un importante factor de transmisión de enfermedades infecciosas, como el Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) y la hepatitis C, habiéndose observado recientemente en algunos países europeos nuevos brotes de VIH que subrayan la importancia de mantener respuestas de salud pública eficaces en este ámbito (European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction, EMCDDA, 2012).

En cuanto a los adolescentes y el consumo de drogas, varios estudios muestran la creciente evidencia clínica que la adolescencia representa el período de mayor vulnerabilidad biológica a las propiedades adictivas de las sustancias tanto legales como ilegales. Por ejemplo, los adolescentes muestran una progresión más precipitada de consumo ilícito de drogas que los adultos. Pese a fumar menos cigarrillos que los adultos, los adolescentes muestran mayores tasas de dependencia en niveles similares de uso y si bien las tasas del consumo de alcohol son similares a lo largo de la adolescencia y la edad adulta, las tasas de abuso/dependencia varían inversamente con la edad. Asimismo, el neurodesarrollo adolescente implica cambios en la organización y función del cerebro, caracterizado por poseer mayores unidades de motivación para nuevas experiencias y un sistema de control inhibitorio inmaduro, lo cual les podría predisponer a la realización de acciones impulsivas y

comportamientos de riesgo, incluyendo la experimentación y el uso abusivo de drogas adictivas (Chambers y cols., 2003).

Teniendo en cuenta lo citado en los párrafos anteriores, me reafirmo en haber escogido “*La problemática de las drogas en la adolescencia*” como tema para desarrollar esta actividad de ABP. Como hemos visto los adolescentes son muy vulnerables y por eso hay que dejarles las cosas claras sobre qué son las drogas y lo que conlleva su consumo. La tesitura en la que se haya Natalia, la protagonista del texto sobre el que les propuse trabajar (página 47), no es nada alentadora: “*Seguir al grupo o no seguirle*”. Como ya he citado por falta de tiempo esta actividad no la pude desarrollar como ABP tal cual sino como debate. Lo primero que los alumnos dijeron al leer este caso es que Natalia cambiara de amigos. Está claro que la presión del grupo de iguales hace que muchos adolescentes prueben las drogas. Es de suponer que, al igual que los adultos, los jóvenes se esfuerzan para tener un *status* y atención social dentro de sus grupos sociales. Así, los jóvenes que reciben poca atención en el hogar o que no quieren competir en la escuela se convierten en miembros de un grupo que les ofrece oportunidades para el reconocimiento. Por otro lado, el consumo de drogas se convierte en algo placentero debido a los placeres sensoriales y psicológicos que producen las drogas, así como los placeres sociales o de afiliación que se derivan de la pertenencia a un grupo (Novacek y cols., 1991).

La siguiente conclusión a la que llegaron los alumnos de 3º de E.S.O. fue que Natalia debe de pensar por ella misma, motivar su autoestima y que no le preocupe lo que piensen los demás. Ella debe de aprender a afrontar los conflictos y tomar sus propias decisiones ya que ella es libre para moverse, pensar, decidir, elegir su auténtica identidad personal y el tipo de persona que quiere ser en la vida. Además, también concluyeron que Natalia no sabe qué droga es la que han llevado sus amigos por lo que no sabe qué efectos puede tener su consumo. Si ella decidiera consumirla, primeramente debería informarse de qué droga es y también de sus efectos. Asimismo, los alumnos propusieron que cada uno es como es y que ninguna droga va a mejorar las habilidades personales y sociales para relacionarse con los demás. Por último, los alumnos establecieron que hay que aprender a programar el ocio, a buscar actividades gratificantes y saludables ya que seguro que existen muchas experiencias sanas que aún no han probado y que les van a gustar.

Tras este debate tan interesante les propuse la actividad de hacer una campaña contra el consumo de drogas, tal y como expongo en la página 49 de este manuscrito. Para el desarrollo de la actividad se le proporcionó a cada grupo uno de los folletos elaborados por la Junta de Castilla y León sobre diversas drogas y dirigidos a adolescentes, que están disponibles en su página web en varios idiomas: castellano, árabe, portugués y búlgaro ([http://www.jcyl.es/web/jcyl/Familia/es/Plantilla100/1200491913327/\\_/\\_/?](http://www.jcyl.es/web/jcyl/Familia/es/Plantilla100/1200491913327/_/_/?)). Como ya he mencionado anteriormente, Internet nos proporciona una gran cantidad y variedad de información que en muchos casos es errónea. Por este motivo, decidí proporcionar estos folletos a los alumnos para realizar la actividad de un modo de investigación dirigida. Otro motivo que me llevó a ello es que es una forma de no buscarse problemas con los padres ya que si sus hijos les dicen que tienen que buscar información sobre drogas para un trabajo de clase en Internet, esto podría significar un problema con ellos. En cambio si la información sobre la que trabajan viene de un estamento oficial, la cosa cambia, y mucho, porque la información está muy cuidada y dirigida, en este caso, para los adolescentes.

El resultado de los trabajos de la campaña publicitaria fue impresionante. Los chicos se implicaron mucho, trabajaron en equipo y demostraron que estaban concienciados de los daños que el consumo de drogas produce tanto en los adultos como en los adolescentes. Las exposiciones de dichos trabajos fueron, a su vez, magníficas de modo que cada uno explicaba una parte del trabajo. De hecho en el cuestionario de valoración del proceso de enseñanza-aprendizaje, esta actividad fue la mejor valorada por los alumnos. Entre las razones que exponen están las siguientes:

- 1. Las actividades en grupo me gustan porque aprendemos entre todos.*
- 2. Todas las actividades relacionadas con las drogas porque hemos visto el daño que nos produciría su consumo.*
- 3. La realización del mural es la actividad que más me ha gustado porque al ser en grupo es más ameno e investigando aprendes cosas que no vienen en el libro.*
- 4. La campaña antidroga ayuda a educar sobre esos malos hábitos.*
- 5. Me ha gustado el trabajo en grupo porque nos hemos informado más de drogas que , quizás, creíamos conocer bien; pero después de realizar este trabajo sabemos más de lo peligrosas que pueden llegar a ser y de sus características.*
- 6. Aprendes más cuando la actividad te divierte y te enseña sobre problemas en los que podemos caer por una mala decisión.*

7. *La actividad que más me ha gustado es la de las drogas porque es algo que está constantemente en nuestro entorno y nos ayuda a no hacer tonterías y estupideces. Además aprendemos los efectos negativos, que son horribles, por cierto.*
8. *Las actividades de las drogas porque nos ayudarán a tener un futuro mejor.*

Con todos estos comentarios podemos concluir que las actividades en torno a las drogas (sinapsis, supuesto de ABP, *Power Point* y campaña publicitaria) han sido las actividades más valoradas por los alumnos ya que son actividades diferentes a las que se llevan a cabo normalmente en las aulas y donde su participación es vital. Aprenden divirtiéndose y eso va a permitir que se les quede más fácilmente el tema que se expone y seguro que, a largo plazo, se acordarán de lo que aprendieron con estas actividades. De hecho, aunque como ya he comentado, la sinapsis era nueva para ellos, cuando en el cuestionario se les preguntaba que citaran al menos cinco palabras que hubieran aprendido, en la mayoría de los casos, las palabras provenían de la actividad de la sinapsis por lo que creo que fue un logro utilizar las TICs para explicarla.

Una cosa que me gustaría señalar de las afirmaciones anteriores de los alumnos es lo de que *“las drogas están continuamente en nuestro entorno”*. En este sentido, la encuesta de Salud Mental Mundial de la Organización Mundial de la Salud (OMS), realizada en 17 países de todo el mundo, señala que hay una secuencia común de iniciación a las drogas que comienza con el tabaco y el consumo de alcohol, seguido por el cannabis y luego otras drogas ilícitas. Esto fue originalmente descrito como el *“patrón de puerta de enlace”* para el consumo posterior de otro tipo de drogas. En este informe destacan el acceso y actitud frente a las drogas como factor principal para iniciarse en ellas y que les conlleva al consumo de otras más fuertes. Sin embargo, también destacan que la iniciación en el consumo de drogas no es constante a través de los países y de las culturas. Así, el patrón general sería cannabis como primera droga ilícita que consumen los adolescentes, precedido normalmente por el tabaco y el alcohol, drogas que normalmente están más a su alcance (Degenhardt y cols., 2010).

Teniendo en cuenta que las características individuales de los adolescentes, los grupos de iguales, el entorno y las familias afectan a la hora de fumar, beber, y consumir drogas ilícitas, desde la escuela se debería hacer hincapié en la prevención del consumo de drogas mediante métodos de entrenamiento de habilidades cognitivo-conductuales para mejorar sus

destrezas sociales de resistencia a las mismas. Por tanto, en las clases de tutoría sería conveniente que se tratara este tema en colaboración con el departamento de orientación y los profesores de Biología, que son los que les van a mostrar el efecto de las drogas en su organismo y las consecuencias que ello les va a deparar en la vida. No obstante, no estaría nada mal que se organizara alguna sesión extraordinaria sobre las drogas en el colegio, para todos los alumnos, y que fuera llevada a cabo por alguna asociación o colectivo que se encarga de la rehabilitación de personas drogodependientes o por parte de personal de la Junta de Castilla y León del Departamento de Familia, Drogodependencias y Mujer.

## 9. CONCLUSIONES Y REFLEXIÓN.

El planteamiento de las clases de ciencias naturales, y más concretamente de la Biología y la Geología, debe asumirse como un proceso dinámico que requiere de la revisión permanente de contenidos, tanto a nivel científico como tecnológico, de modo que la enseñanza de las ciencias sirva como sistemas de conocimientos útiles para la vida cotidiana de los alumnos, para que ellos logren interpretar los hechos y fenómenos cotidianos desde una perspectiva crítica y autorreflexiva. Por ejemplo, en el caso del Sistema Nervioso, se debe lograr que los alumnos sean capaces de: reconocer la importancia de dicho sistema, establecer las relaciones entre funcionamiento normal y alteraciones, relacionar la transmisión del impulso nervioso con la transmisión eléctrica, identificar las propiedades químicas de los distintos tipos de drogas y sus efectos en el cerebro así como reconocer los efectos y consecuencias del consumo de drogas psicoactivas.

Sin embargo, la revisión permanente de contenidos conlleva un mayor esfuerzo por parte de los profesores, tanto en la búsqueda de información como en la preparación de sus clases, y no todos ellos están dispuestos a aprender y desarrollar nuevas metodologías docentes. Quizás, los más jóvenes, con diferentes puntos de vista, puedan ir cambiando el rumbo del proceso de enseñanza-aprendizaje en el ámbito de las ciencias naturales. En ese sentido el ABP sería una buena propuesta a seguir ya que fomenta los siguientes puntos:

1. Las habilidades cognitivas de los alumnos como son pensamiento crítico, análisis, síntesis y evaluación.
2. La actitud positiva frente al aprendizaje de conceptos y contenidos propios de la materia, que propiciará que esos conocimientos sean más duraderos en el tiempo.
3. La destreza para identificar, analizar y solucionar problemas así como la capacidad para detectar necesidades de aprendizaje y participar en el proceso de toma de decisiones.
4. El manejo eficiente de diferentes fuentes de información permitirá la integración del conocimiento de distintas disciplinas.
5. El aprendizaje más significativo porque se relaciona con la vida real lo cual posibilita que se retenga más fácilmente la información.
6. El trabajo de forma colaborativa con una actitud cooperativa y dispuesta al intercambio de información, de modo que se mejora la comprensión y desarrollo de habilidades interpersonales y de trabajo en equipo.
7. La comunicación de manera efectiva para argumentar y debatir ideas sólidamente

fundamentadas.

8. La seguridad y la autonomía en las acciones para cuestionar la escala propia de valores: honestidad, responsabilidad y compromiso.
9. El aprendizaje basado en el alumno donde el profesor es mero guía del proceso y en donde se integra un modelo de trabajo.

Asimismo, es importante conocer las ideas previas de los estudiantes, ya que a partir de ellas se identificarían los modelos y los obstáculos que presentaría el aprendizaje, lo cual, permitiría al docente planear actividades para desarrollar procesos de enseñanza-aprendizaje más eficaces. El docente debe reevaluar continuamente su forma de enseñar, atendiendo a las ideas previas de los estudiantes y debe implementar estrategias metacognitivas, adecuadas en cada caso, para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Quizás el obstáculo predominante al que se enfrentan los profesores es que los alumnos usan el lenguaje cotidiano para referirse a los procesos biológicos o sí utilizan términos propios de las ciencias, pero no lo hacen en referencia a su significado científico, lo que indica que la información ha sido suministrada sin haber tenido un desarrollo conceptual.

En este sentido el ABP permitiría que los estudiantes fueran capaces de construir sus propios conocimientos mediante la búsqueda de información, acercándolos a los problemas reales de la sociedad como es el caso de la drogadicción. Además constituye una posible forma de contribuir a forjar los conceptos en ciencias naturales y a la formación de actitudes científicas. Creería conveniente que, en los currículos de ciencias para la Educación Secundaria, se fomentaría aun más las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad con el objetivo de dar más sentido a los conocimientos que se deben enseñar a los estudiantes, potenciándose la funcionalidad y utilidad de los aprendizajes fuera del aula. Esto contribuiría, a su vez, a la formación de ciudadanos capaces de opinar con argumentos sólidos de problemas a nivel social y evitaría el distanciamiento entre la ciencia y la tecnología con los niveles o estratos socioeconómicos. La enseñanza de las ciencias, por tanto, implicaría afrontar retos y cambios educativos que propicien aprendizajes significativos y contextualizados.

Siendo realistas, la implantación de estos modelos curriculares sería una transición difícil ya que se han de asumir responsabilidades y acciones que realmente no se llevan a cabo en un ambiente de aprendizaje tradicional. Se requeriría de una modificación curricular que



implicaría la interrelación de los cursos académicos ya que con este método se necesitaría, quizás, más tiempo por parte de alumnos y profesores para lograr los aprendizajes deseados. El ABP es más costoso pues se requiere de mayor capacitación y hay una falta de habilidades para facilitar el proceso en los docentes actuales. También sería más costoso a nivel de material ya que lo ideal sería que en cada una de las aulas del centro hubiera una pizarra digital con su correspondiente ordenador y videoprojector. Lo que sucede es que muchos centros no se pueden permitir el lujo de tener todo este equipamiento ya que priorizan sus ingresos en otros menesteres más necesarios para la comunidad educativa. También es verdad que por parte de la administración en los últimos años se han desarrollado campañas para la adquisición de este tipo de materiales y para formar a los docentes. Sin embargo, como pude describir anteriormente, sólo en el 50% de las aulas en las que se desarrollaron mis prácticas en el *I.E.S Emilio Ferrari*, poseían dicho recurso. No se puede generalizar y quizás otros centros sí que estén dotados de estos materiales en todas las aulas.

Para finalizar, he de reseñar que el ABP contribuiría, muy mucho, al desarrollo de las competencias clave que tanta importancia han adquirido en los últimos años en el currículum de la Educación Secundaria. Se consideran competencias clave, según la Unión Europea, *las capacidades y actitudes esenciales para que los jóvenes triunfen, no sólo en la economía actual y en la sociedad moderna, sino también en su vida personal*. Desde la Unión Europea se está promoviendo un modelo de enseñanza basado en la adquisición de competencias en vez de centrarse únicamente en el contenido de la materia que debe impartir el profesor y este modelo, además, incluiría las directrices sobre lo que el alumno debe saber, comprender o ser capaz de hacer en distintas etapas del proceso de aprendizaje de una materia concreta. En este sentido, y a mi modo de ver, el ABP sería la metodología didáctica que mejor podría llevar a cabo dichos objetivos junto con el apoyo indiscutible de las TICs ya que el conocimiento de las mismas es esencial para desenvolverse en la sociedad que nos ha tocado vivir y que progresa en ese sentido de forma vertiginosa. Quien no se suba a ese tren, difícilmente podrá desarrollarse de forma plena en su vida personal así como en la laboral.

.

.

## 10. BIBLIOGRAFÍA.

- Albanese, M. A. y Mitchell, S. (1993). Problem-based learning: A review of the literature on its outcomes and implementation issues. *Academic Medicine*, 68(1), 52-81.
- Alexander, J.G., McDaniel, G.S., and Baldwin, M.S. (2005). If we teach them to fish: solving real nursing problems through problem based learning. *Annual Review of Nursing Education*, 3, 109-123.
- Allen, D. E., Donham, R. S., Bernhardt, S. A. (2011). Problem-based learning. *New Directions for Teaching and Learning*, 128, 21-29.
- Amestoy de Sánchez, M. (1993) El Desarrollo de habilidades de pensamiento y su aplicación a la enseñanza En: Innovación en la educación universitaria en América Latina. OEA. Proyecto Multirregional de Educación Media y Superior PROMESUP. Programa Regional de Desarrollo Educativo PREDE., 139-249.
- Antepohl, W. y Herzig, S. (1999). Problem-based learning versus lecture-based learning in a course of basic pharmacology: a controlled, randomized study. *Med. Educ.*, 33, 106-113.
- Asan, A. (2007). Concept Mapping in Science Class: A Case Study of fifth grade students. *Educational Technology & Society*, 10(1), 186-195.
- Ashmore, A.D., Frazer, M.J., Casey, R.J. (1979) Problem Solving and Problem Solving Networks in Chemistry. *J. Chem. Educ.*, 56, 377-379.
- Ausubel, D. P. (1963) The psychology of meaningful verbal learning. Oxford, England: Grune & Stratton.
- Ausubel, D.P. (1968) Educational psychology: A cognitive view, New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D.P. (2000) The acquisition and retention of knowledge, Dordrecht: Kluwer.
- Ausubel, D.P., Novak, J.D., Hanesian, H. (1983) *Psicología educativa: Un punto de vista cognitivo*. México: Editorial Trillas.
- Azer, S.A. (2001). Problem-based learning: challenges, barriers and outcome issues. *Saudi Medical Journal*, 22(5), 389-397.
- Baker, C.M. (2000). Problem-based learning for nursing: integrating lessons from other disciplines with nursing experiences. *Journal of Professional Nursing*, 16(5), 258-266.
- Barrel, J. (2007). *Problem-Based Learning: An inquiry approach*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Barrows, H.S. (1986). A Taxonomy of problem-based learning methods. *Medical Education*, 20, 481-486.
- Barrows, H.S. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: A brief overview. *New Directions for Teaching and Learning*, 68, 3-12.

- Barrows, H.S. y Kelson, A. (1993). Problem-based learning in secondary education and the Problem-based Learning Institute (Monograph). Springfield: Southern Illinois University School of Medicine.
- Baumgartner, L.M., Lee, M.Y., Birden, S., Flower, D. (2003). Adult Learning Theory: A Primer. Center on Education and Training for Employment, College of Education. The Ohio University.
- Beeland, W.D. Jr (2002) Student Engagement, Visual Learning, and Technology: Can Interactive Whiteboards Help? *Action Research Exchange*, 1(1) (Summer 2002)
- Blough, M.G. (1942) Teaching problem-solving to children. *Science Teacher*, 22-27, (Yearbook of American Council of Science Teaching, Supplement).
- Branda, L.A. (2004) El aprendizaje basado en problemas en la formación en Ciencias de la Salud. En: *El Aprendizaje basado en problemas: una herramienta para toda la vida*. Agencia Laín Entralgo, Madrid; 17-25.
- Bridges, E.M. (1992). Problem based learning for administrators. Eugene, OR: ERIC Clearinghouse on Educational Management. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 347 617).
- Bryant, S. M. y Hunton, J. E. (2000). The use of technology in the delivery of instruction: implications for accounting educators and education researchers. *Issues in Accounting Education*, 15(1), 129-163.
- Camp, G. (1996). Problem-based learning: a paradigm shift or a passing fad? *Medical Education Online*, 1(2).
- Campanario, J.M. y Moyá, A. (1999) ¿Cómo enseñar ciencias?: principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.
- Carrió, M., Larramona, P., Baños, J.E., Pérez. J. (2011). The effectiveness of the hybrid problem-based learning approach in the teaching of biology: a comparison with lecture-based learning. *Journal of Biological Education*, 45(4), 229-235.
- Chambers, R.A., Taylor, J.R., Potenza, M.N. (2003) Developmental Neurocircuitry of Motivation in Adolescence: A Critical Period of Addiction Vulnerability. *Am. J. Psychiatry*, 160, 1041-1052.
- Chiappetta, E.L. y Koballa Jr., T.R. (2006). Science instruction in the middle and secondary schools: Developing fundamental knowledge and skills for teaching (6th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Chin, C. y Chia, L. (2004). Problem-based learning: Using students' questions to drive knowledge construction. *Science Education*. 88, 707-727.
- Cohen, G. (1983) Psicología Cognitiva Alhambra, Madrid.
- Cohen, D. (1987). The use of concept maps to represent unique thought processes: Toward more meaningful learning. *Journal of Curriculum and Supervision*, 2(3), 285-289.
- Dawning, J., Keating, T., Bennett, K. (2005). Effective Reinforcement Techniques in Elementary Physical Education: The Key to Behavior Management. *Physical Educator*, 62(3), 114-122.

- Degenhardt, L., Dierker, L., Chiu, W.T., Medina-Mora, M.E., Neumark, Y., Sampson, N., Alonso, J., Angermeyer, M., Anthony, J.C., Bruffaerts, R., de Girolamo, G., de Graaf, R., Gureje, O., Karam, A.N., Kostyuchenko, S., Lee, S., Lépine, J.P., Levinson, D., Nakamura, Y., Posada-Villa, J., Stein, D., Wells, J.E., Kessler, R.C. (2010) Evaluating the drug use “gateway” theory using cross-national data: Consistency and associations of the order of initiation of drug use among participants in the WHO World Mental Health Surveys. *Drug Alcohol Depend*, 108(1-2), 84-97.
- Delafuente, J.C., Munyer, T.O., Angaran, D.M., Doering, P.L. (1994). A problem solving active learning course in pharmacotherapy. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 58(1), 61-64.
- Denton, B. G., Adams, C. C., Blatt, P. J., & Lorish, C. D. (2000). Does the introduction of problem based learning change graduate performance outcomes in a professional curriculum? *Journal on Excellence in College Teaching*, 11(2-3), 147-162.
- Dewald, N. H. (1999). Web-based Library Instruction: What Is Good Pedagogy? *Information Technology and Libraries*, 18(1), 26-31.
- Dolmans, D.H., De Grave, W., Wolfhagen, I.H., van der Vleuten, C.P. (2005). Problem-based learning: future challenges for educational practice and research. *Med. Educ.*, 39(7), 732-741.
- Driscoll, M. (2000). *Psychology of Learning for Instruction*. Boston: Allyn & Bacon.
- Duru, M. K. y Gurdal, A. (2002). The Effects of Concept Mapping on Student Achievement. *In proceedings of the V. National Conference on Science and Mathematics Education*.
- European Monitoring Centre for Drugs and Drug Addiction (EMCDDA). The state of the drug problem in the European Union and Norway. Annual Report 2012. Lisbon: EMCDDA; 2012. (<http://www.emcdda.europa.eu/publications/annual-report/2012>).
- Fernández, J., Elórtegui, N., Rodríguez, J.F., Moreno, T. (1997). “¿Qué idea se tiene de la ciencia desde los modelos didácticos?” *Alambique*, 12, 87-99.
- Frazer, M.J. (1982) Solving Chemical Problems. *Chemical Society Review*, 11(2), 171-190.
- Gagné, R.N. (1971) *Las condiciones del aprendizaje*. Aguilar, Madrid.
- Gallagher, S.A., Stepien, W.J., Rosenthal, H. (1992). The effects of problem-based learning on problem solving. *Gifted Child Quarterly*, 36(4), 195-200.
- García, J.J. y Cañal, P. (1995). ¿Cómo enseñar? Hacia una definición de las estrategias de enseñanza por investigación. *Investigación en la Escuela*, 25, 5-16.
- García Pérez, F.F. (2000) Los Modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales Universidad de Barcelona*, 207.
- Garrett, M.R. (1988) Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*. 6(3), 224-230.

- Gil Pérez, D., Martínez Torregrosa, J., Senent Pérez, F. (1988) El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 131-146.
- Gil Pérez, D. (1993) Historia y Epistemología de las Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- Gil Pérez, D. (1994) Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, 23, 17-32.
- González, M. (1991) ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 206-211.
- Guastello, E. F., Beasley, T. M., Sinatra, R. C. (2000). Concept mapping effects on science content comprehension of low-achieving inner-city seventh graders. *Remedial and Special Education*, 21, 356-366.
- Hawk, P. (1986). Using graphic organizers to increase achievement in middle school life science. *Science Education*, 70(1), 81-87.
- Hmelo-Silver, C.E. (2004). Problem-Based Learning: What and How do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16 (3), 235-266.
- Hodosn, D. (1992) Redefining and Reorienting Practical Work in School Science. *School Science Review*, 73(264), 65-68.
- Jessup, M. (1998). Resolución de problemas y enseñanza de las ciencias naturales. TEA. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología, 41-52
- Jiménez, M.P. (2000) Modelos didácticos. En F.J. Perales y P. Cañal (Coord). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. (pp. 170-177). Ed. Marfil.
- Kendler, B.S. y Grove, P.A. (2004) Problem-based learning in the Biology curriculum. *American Biology Teacher*, 66(5), 348-354.
- Kempa, R.F. (1986) Resolución de problemas de química y estructura cognoscitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 99-110.
- Kokkotas, P.V., Malamitsa, K.S., Rizaki, A.A. (2011) Adapting Historical Knowledge Production to the Classroom. Rotterdam: Sense Publishers.
- Kopec, D., Wood, C., Brody, M. (1990). Using cognitive mapping techniques for educating about sexually transmitted diseases with an intelligent tutoring system. *Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2(2), 67-82.
- Krynock, K.B. y Robb, L. (1996). Is problem-based learning a problem for your curriculum? *Illinois School Research and Development Journal*, 33(1), 21-24.
- Limón, M. (2001) On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: a critical appraisal. *Learning and Instruction*, 11, 357-380.

- López, B. y Costa, N. (1996) Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas: Fundamentación, presentación e implicaciones educativas. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 45-61.
- McDonald, J.K., Yanchar, S.C., Osguthorpe, R.T. (2005). Learning from Programmed Instruction: Examining Implications for Modern Instructional Technology.
- McKendrick, J. H. y Bowden, A. (1999). Something for everyone? An evaluation of the use of audio-visual resources in geographical learning in the UK. *Journal of Geography in Higher Education*, 23(1), 9-20.
- Matthews, M.R. (2000) Appraising Constructivism in Science and Mathematics. In *Constructivism in Education*, ed. D. Phillips, 161-192. Chicago: University of Chicago Press.
- Martin, D.J. (2003) *Elementary Science Methods: A Constructivist Approach* (3rd ed.). Wadsworth: Thomson Learning.
- Morales Bueno, P. y Landa Fitzgerald, V. (2004) Aprendizaje Basado en Problemas, Problem-Based Learning. *Theoria*, 13, 145-157.
- Morrison, J. (2004). Where now for problem based learning? *The Lancet*, 363(9403), 174.
- Moust, J.H.C., van Berkel, H.J.M., Schmidt, H.G. (2005). Signs of erosion: reflections on three decades of problem-based learning at Maastricht University. *Higher Education*, 50(4), 665-683.
- Neville, A.J. (2009). Problem-Based Learning and Medical Education Forty Years on. *Medical Principles and Practice* 18(1), 1-9.
- Newman, M. (2003). A pilot systematic review and meta-analysis on the effectiveness of problem based learning. Newcastle: Learning & Teaching Subject Network
- Njoo, M. y de Jong, T. (1993). Exploratory learning with a computer simulation for control theory: Learning processes and instructional support. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 821-844.
- Norman, G. y Schmidt, H. (1992). The psychological basis of problem-based learning: A review of the evidence. *Academic Medicine*, 67, 557-565.
- Novaceck, J., Raskin, R., Hogan, R. (1991) Why do adolescents use drugs? Age, sex, and user differences. *Journal of Youth and Adolescence*, 20(5), 475-492.
- Novack, J.D. (1982) Teoría y práctica de la educación. Alianza Editorial. Madrid.
- Novack, J.D. (1988) Constructivismo humano: un Consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 213-223.
- Novak, J. D. (1993). How do we learn our lesson?: Taking students through the process. *Science Teacher*, 60(3), 50-55.
- O'Kelly, J., Monahan, R., Gibson, J.P., Brown, S. (2005). Enhancing skills transfer through problem-based learning. *Department of Computer Science, Technical Report Series*, National University of Ireland, Maynooth.

- Pankratius, W. J. (1990). Building an organized knowledge base: Concept mapping and achievement in secondary school physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(4), 315-333.
- Parra Pineda, D. M. (2003) Manual de estrategias de enseñanza/aprendizaje. Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Medellín-Colombia.
- Perales, F.J. (2000) Resolución de problemas. Madrid: Ed. Síntesis.
- Perales Palacios, F.J. (1993). La resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 170-178.
- Pérez Gómez, A. (2008). La función y formación del profesor en la enseñanza para la comprensión: diferentes perspectivas. In J. Gimeno Sacristán & A. Pérez Gómez (Eds.), *Comprender y transformar la enseñanza* (pp. 398-429). Madrid: Morata.
- Phillips, D.C. (1995) The Good, the Bad, and the Ugly: The Many Faces of Constructivism. *Educational Researcher*, 24(7), 5-12.
- Phillips, D.C. (2000) *Constructivism in Education*. Chicago: University of Chicago Press.
- Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives. Problème central du développement [The development of thought: equilibration of cognitive structures]*. Paris: PUF (Eng. trans. New York: Viking Press).
- Pijl-Zieber, E. M (2006) History, Philosophy and Criticisms of Problem Based Learning in Adult Education. University of Calgary.
- Plotkin, H. (2003). We-intentionality: An essential element in understanding human culture. *Perspectives in Biology and Medicine*, 46(2), 283-296.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Pozo, J.I. y Carretero, M. (1987) Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: ¿Qué cambia en la enseñanza de la ciencia? *Infancia y Aprendizaje*, 38, 35-52.
- Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M. A. (2006) Aprender y Enseñar Ciencia: Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Ediciones Morata.
- Price, B. (1999). An introduction to problem-based learning. *Nursing Standard*, 13(40), 48-53.
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, *Boletín Oficial del Estado*, 5 de enero de 2007, nº 5, pp. 677-773.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, *Boletín Oficial del Estado*, 3 de enero de 2015, nº 3, pp. 169-546.
- Richardson, V. (2003) Constructivist Pedagogy. *Teachers College Record*, 105(9), 1623-1640.
- Rideout, E. (2001). *Transforming Nursing Education Through Problem-Based Learning*. Toronto: Jones and Bartlett Publishers.
- Ritchie, D. y Volkl, C. (2000). Effectiveness of two generative learning strategies in the science classroom. *School Science and Mathematics*, 100(2), 83-89.

- Ruiz Ortega, F.J. (2007). Modelos didácticos para la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60.
- Sáez López, J.M. y Ruiz Ruiz, J.M. (2012) Estrategias metodológicas, aprendizaje colaborativo y TIC: un caso en la Escuela Complutense Latinoamericana. *Revista Complutense de Educación*, 23, 115-134.
- Savery, J.R. y Duffy, T.M. (1996). Problem-based learning: an instructional model and its constructivist framework. In B. Wilson (Ed.), *Constructivist Learning Environments: Case Studies in Instructional Design* (pp. 135-148). Englewood Cliff, NJ: Educational Technology Publications.
- Savery, J. R. (2006). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1).
- Savin-Baden, M. (2000). *Problem Based Learning in Higher Education: Untold Stories*. Philadelphia: Society for Research into Higher Education & Open University Press.
- Savin-Baden, M. (2004). Understanding the impact of assessment on students in Problem-Based Learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 41 (2), 22-233.
- Savin-Baden, M. (2006). The challenge of using problem-based learning online. En M. Savin-Baden y K. Wilkie (Eds.), *Problem-based Learning Online* (pp. 3-13). Berkshire, England: Open University Press.
- Schlinger, H.D (2005). How The Human Got Its Mind. *Skeptic*, 11, (4), 48-53.
- Searson, R. y Dunn, R. (2001) The learning-style teaching model. *Science and Children*, 38(5), 22-26.
- Sigüenza, A.F y Sáez, M.N. (1990) Análisis de la resolución de problemas como estrategia de la enseñanza de la biología. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 223-230.
- Simmons, D., Griffin, C., Kameenui, E (1988). Effects of teacher-constructed pre- and post-graphic organizer instruction on sixth grade science students' comprehension and recall. *Journal of Educational Research*, 82(1), 15-21.
- Smith, B. K. y Blankinship, E. (2000). Justifying imagery: multimedia support for learning through exploration. *IBM Systems Journal*, 39(3/4), 749-768.
- Smith, C. A. (1995). Features section: Problem based learning. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 23(3), 149-152.
- Sonmez, D. y Lee, H. (2003). *Problem-Based Learning in Science*. ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education, Columbus, OH.
- Stables, A. y Gough, S. (2006). Toward a Semiotic Theory of Choice and of Learning. *Educational Theory*. 56(3), 271-285.
- Stollberg, R.J. (1956) Problem-solving, the precious gem in science teaching. *Science Teacher*, 23, 225-228.



- Sulaiman, F., Atan, H., Idrus, R.M., Dzakiria, H. (2004). Problem-Based Learning: A Study of the Web-Based Synchronous Collaboration. *Malaysian Online Journal of Instructional Technology*, 1(2), 58-66.
- Sungur, S., Tekkaya, C., Geban, O. (2001). The contribution of conceptual change texts accompanied by concept mapping to students' understanding of the human circulatory system. *School Science and Mathematics*, 101(2), 91-101.
- Tam, M. (2000). Constructivism, Instructional Design, and Technology: Implications for Transforming Distance Learning. *Educational Technology and Society*, 3(2), 50-60.
- Tamir, P. y García Rovira, M.P. (1992) Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(1), 3-12.
- Tan, O.S. (2004). Students' experiences in problem-based learning: three blind mice episode or educational innovation? *Innovations in Education & Teaching International*, 41(2), 169-184.
- Tanner, J. (1999). Problem based learning: an opportunity for theatre nurse education. *British Journal of Theatre Nursing*, 9(11), 531-536.
- Torp, L. y Sage, S. (2002). Problems as possibilities: Problem-based learning for K-16 education (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Torres, J., Preto, C., Vasconcelos, C. (2013). PBL Environmental Scenarios: An Analysis of Science Students and Teachers Questioning. *Journal of Science Education*, 14(2), 71-74.
- Turner, C.G. (1957) Problem-solving a change concept. *Science Teacher*, 24, 339-341.
- Van Joolingen, W. (1999) Cognitive Tools for discovery learning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 385-397.
- Vasconcelos, C. (2012). Teaching Environmental Education through PBL: Evaluation of a Teaching Intervention Program. *Research in Science Education*, 42(2), 219-232.
- Vernon, D.T. (1995). Attitudes and opinions of faculty tutors about problem-based learning. *Academic Medicine*, 70(3) 216-223.
- Vernon, D.T.A., y Blake, R.L. (1993). Does problem-based learning work? A meta-analysis of evaluation research. *Academic Medicine*, 68(7), 550-563.
- Walsh, A. (2005). The tutor in problem based learning: a novice's guide. McMaster University.
- Walton, H.J. y Matthews, M.B. (1989). Essentials of problem-based learning. *Medical Education*, 23, 542-558.
- Wandersee, J. H. (1987). Drawing concept circles: A new way to teach and test students. *Science Activities*, 24(4), 19-20.
- Willerman, M. y Mac Harg, R.A. (1991). The concept map as an advance organizer. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 705-711.

- Wishart, J. y Blease, D. (1999). Theories underlying perceived changes in teaching and learning after installing a computer network in a secondary school. *British Journal of Educational Technology*, 30(1), 25-42.
- Wong, K. K. H. y Day, J. R. (2009). A Comparative Study of Problem-Based and Lecture-Based Learning in Junior Secondary School Science. *Research in Science Education*, 39, 625-642.
- Wood, D. (2003). Problem based learning. *British Medical Journal*, 326(7384), 328-330.
- Wood, E.J. (2004). Problem based learning. *Acta Biochimica Polonica*, 5(2), 21-26.
- Woods, D.R., Crowe, C.M., Hoffman, T.W., Wright, J.D. (1985) Challenges to Teaching Problem-solving skills. *Chem. 13 Bews*, 155, 1-12.
- Yilmaz, K. (2008) Constructivism: Its Theoretical Underpinnings, Variations, and Implications for Classroom Instruction. *Educational Horizons*, 83(3), 161-172.
- Zimmer, G. (1999). Say No to Psychiatry: Put the “Psyche” Back In Psychology. FTR, Foundation for Truth in Reality.