



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de Máster

Estudio sobre el *Aprendizaje Basado en el Pensamiento* aplicado a la enseñanza de las ciencias.

Presentado por: Daniel Fernández Zubimendi
Línea de investigación: 1.1. Teoría y métodos educativos
1.1.8. Métodos pedagógicos

Director/a: Lourdes Jiménez Taracido

Ciudad: Bilbao

Fecha: Septiembre 2014

Resumen

El presente Trabajo fin de Máster es un estudio de las alternativas a la metodología tradicional que se han estudiado para mejorar el aprendizaje de los alumnos. Como método concreto se ha profundizado en el Aprendizaje Basado en el Pensamiento y su relación con el constructivismo. Para conocer las opiniones de los profesores al respecto se ha hecho un estudio piloto con 21 profesores en activo. De este estudio se ha sacado la conclusión de que no hay una clara inclinación por parte de los docentes hacia un tipo específico de metodología. De igual modo el análisis de los datos obtenidos no ha permitido la identificación de problemas en la práctica diaria para formarse en las nuevas metodologías. Por último se propone una unidad didáctica basada en lo anterior como ejemplo para implantar el Aprendizaje Basado en el Pensamiento en un aula de E.S.O.

Palabras clave: aprendizaje basado en el pensamiento, ciencias, constructivismo, destreza de pensamiento.

Abstract

This Master's dissertation is a research into some actual alternatives to traditional methodologies which have been analysed with the aim of improving the students' learning process. The focus has been put on one of these alternatives; Thinking Based Learning (TBL) and its relationship with constructivism has been investigated in depth. In order to provide an insight into teachers' opinions on TBL, a survey has been conducted among 21 active teachers. The data compiled from the survey indicates that teachers are not clearly leaning towards only one specific methodology. Furthermore, the analysis of the collected data has not allowed the identification of daily practice problems as far as training in new methodologies is concerned. To conclude, a didactic unit based on TBL is included as an example of how to introduce TBL methodology in a secondary classroom.

Keywords: thinking based learning, science, constructivism, thinking skill.

Índice de contenidos

1. Introducción al Trabajo fin de Máster	4
2. Planteamiento del problema	6
2.1 Objetivos.....	8
2.2 Fundamentación de la metodología.....	9
2.3 Justificación de la bibliografía utilizada	9
3. Marco teórico.....	11
3.1 Paradigma constructivista aplicado a la enseñanza de las ciencias.....	11
3.2 Enfoques alternativos desde la perspectiva constructivista para la enseñanza de las ciencias	14
3.3 Aprendizaje basado en el pensamiento	21
4. Materiales y métodos	31
4.1 Instrumento de recogida de datos	31
4.2 Tipo de centro y tamaño de la muestra.....	33
4.3 Tratamiento estadístico.....	33
5. Análisis de datos y discusión de resultados	36
6. Propuesta didáctica	44
7. Conclusiones.....	53
8. Líneas de investigación futuras.....	54
9. Bibliografía	55
9.1 Referencias bibliográficas.....	55
9.2 Bibliografía complementaria.....	57
10. Anexos.....	58

1. Introducción

La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE) en su artículo 94 se refiere a los profesores de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y establece que “para impartir las enseñanzas de educación secundaria obligatoria y de bachillerato será necesario tener el título de Licenciado, Ingeniero o Arquitecto, o el título de Grado equivalente, además de la formación pedagógica y didáctica de nivel de Postgrado” (p.17183).

Por su parte, la orden ECI/3858/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habilitan para el ejercicio de las profesiones de Profesor de ESO, establece en su apartado 3 que los aspirantes a profesores de ESO deben ser capaces de “buscar, obtener, procesar y comunicar información (...) transformarla en conocimiento y aplicarla en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las materias propias de la especialización cursada” (p. 53751)

De acuerdo con lo anterior, se debe realizar un Trabajo fin de Máster (TFM) en el que se deben compendiar toda la formación adquirida a lo largo del periodo de formación, tanto teórico como práctico. Según el reglamento de la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) dicho TFM debe ser un ensayo académico original, inédito e individual.

El presente TFM trata del estudio de las técnicas de Aprendizaje Basado en el Pensamiento (TBL, de su acrónimo en inglés, *Thinking Based Learning*) en Secundaria como recurso para mejorar el aprendizaje significativo de los alumnos.

Para enmarcar este TFM, la UNIR establece una serie de líneas prioritarias, estando enmarcado este TFM en *Breve investigación sobre aspectos concretos de la especialidad* que es Biología y Geología y dentro del Tesoro académico en el epígrafe 1.1. Teoría y métodos educativos y la subcategoría 1.1.8. Métodos pedagógicos, que son las que mejor se adaptan al contenido.

Para abordar el TFM, primero se hará una revisión bibliográfica para conocer el estado de las investigaciones actuales sobre la materia, así como las diferentes metodologías existentes diferentes de la tradicional. Esto es lo que se verá reflejado en el marco teórico.

Para continuar se ha realizado un estudio piloto con docentes con la finalidad de identificar la metodología o metodologías que utilizan en el aula de Ciencias y el grado de conocimiento de propuestas innovadoras como el TBL.

Para terminar, se ha realizado una propuesta didáctica basada en las técnicas TBL con el propósito de aportar alternativas que puedan mejorar la atención y la motivación y puedan redundar a medio y largo plazo en un mayor interés de los alumnos hacia el aprendizaje de las Ciencias y un mayor rendimiento académico.

□ **Justificación**

Durante los últimos 3 cursos académicos, he desarrollado mi labor profesional como profesor de Ciencias en varios cursos de la ESO y de manera puntual en Educación Primaria. Por las conversaciones con los compañeros de trabajo, creo que hay una necesidad real de modificar la forma de afrontar la tarea educativa, ya que los alumnos se asemejan más a computadoras que almacenan información que a personas que crean conocimiento de utilidad práctica.

A lo largo de estos últimos meses como alumno del Máster de formación del profesorado de Educación Secundaria, he aprendido que esto no es solo una impresión concreta de unos profesores de un colegio, sino que son las líneas maestras por donde se dirigen los estudios de Didáctica de las Ciencias.

Aunque se trata de un grupo de técnicas concretas, el Aprendizaje Basado en el Pensamiento puede ser una buena herramienta para tratar de cambiar esta mentalidad de transmisión-recepción que hoy en día impera en bastantes ámbitos docentes.

2. Planteamiento del problema

Según los informes PISA de los últimos años, y en concreto en el de 2012, España se encuentra por debajo de las medias de los países de la OCDE en la mayoría de los descriptores del análisis, no solo en cuanto a nivel de competencia científica, sino también en cuanto absentismo y desmotivación del alumnado (M.E.C., 2013).

Centrando nuestra atención en los alumnos de Ciencias, parece que los alumnos muestran cada vez menor interés por las materias de Ciencias (Pozo & Gómez, 2009). En muchas ocasiones el problema no está tanto en el alumno, como en el profesor, que no es capaz de transmitir pasión por la ciencia (Campanario, 2000). En otras ocasiones, los alumnos no suelen seguir al profesor porque, entre otras cosas, no le entienden. En cualquier caso el resultado es el mismo, pérdida de interés hacia las Ciencias y su aprendizaje (Pozo, 1997).

Según Pozo y Gómez (2009) "los alumnos no aprenden porque no están motivados pero a su vez no están motivados porque no aprenden" (p. 45). Estos autores afirman que la responsabilidad de la escasa motivación no es únicamente del alumno sino también de cómo se le enseña la ciencia.

En ese sentido, el uso de una metodología tradicional basadas en explicaciones magistrales, el libro de texto y la resolución de problemas repetitivos con escaso significado científico es aún un modelo muy arraigado en las aulas de nuestro país a pesar de que se conoce que no favorece el aprendizaje significativo de los contenidos (Oliva & Acevedo, 2005; Pozo & Gómez, 2009). En este modelo la evaluación se limita a ser una comprobación de la cantidad de contenidos apprehendidos por los alumnos, es decir, una evaluación sumativa en vez de formativa (Pozo, 2006).

La educación se rige actualmente, en lo referente a los alumnos, por los exámenes y las diferentes pruebas de evaluación, principalmente conceptuales, y en lo referido a los profesores, por las notas que sus alumnos obtienen en dichas pruebas (Swartz, 2008) aún cuando la legislación afirma que se debe evaluar no solo los conceptos, sino también las habilidades y aptitudes (tema redundante a lo largo de toda la LOE) además de las competencias básicas (LOE, artículo 20).

Además, existen otros aspectos que describen lo que Pozo y Gómez (2009) han denominado "crisis de la educación científica" (p.19):

En primer lugar, en lo que se refiere al currículo de Ciencias, está obsoleto, ya que cada vez está más alejado de las demandas, tanto de los jóvenes como de la sociedad actual, en parte por la escasa relación que hay entre la ciencia y la tecnología con la sociedad. Además, a lo largo de los años, la carga lectiva de las materias científicas van siendo reducidas de manera progresiva.

En segundo lugar, en lo que respecta a los profesores, estos se hallan desbordados entre tantos cambios (nuevas materias, alumnos diversos, nuevas metodologías y recursos, etc.) que no sorprende que al final terminen enseñando de la misma forma en que fueron enseñados (metodología de transmisión-recepción). Por medio de la enseñanza tradicional ni los alumnos que necesitan más atenciones ni los que pueden desarrollar altas capacidades logran ser atendidos correctamente (Del Pozo, 2011).

En tercer lugar, podemos centrarnos en los alumnos, en concreto en los que presentan dificultades de aprendizaje en relación con las Ciencias, ya sea a nivel conceptual, procedimental o actitudinal.

- Los alumnos con problemas conceptuales suelen tener preconceptos erróneos que persisten a pesar de años de instrucción tradicional, con lo que no son capaces de entender lo que se les enseña. Esto va relacionado con falta de destrezas metacognitivas en los alumnos, ya que en muchas ocasiones "el alumno no sabe que no sabe" (Campanario & Moya, 1999, p.180).
- En el caso de los problemas procedimentales, lo habitual es que apliquen estrategias de razonamiento superficiales que conducen a que el alumno no sea capaz de aplicar lo aprendido a situaciones nuevas.
- Por último, los problemas de tipo actitudinal son fruto de todos los factores anteriores, ya que el alumno presenta actitudes inadecuadas hacia la ciencia y su aprendizaje, como la concepción estática de la ciencia, es decir, que creen que solo hay que tener en cuenta las teorías actuales y olvidar aquellas que se han demostrado erróneas o que "aprender Ciencias consiste en repetir de la mejor manera lo que explica el profesor en clase" (Pozo & Gómez, 2009, p.21).

En la figura 1 se muestra un resumen de los problemas de la crisis educativa que se ha planteado.



Figura 1. Factores de la crisis educativa. Elaboración propia.

La sociedad del conocimiento en la que vivimos no pide que las personas sean como enciclopedias, sino que sean capaces de buscar la información necesaria para cada tarea, así como procesarla y transformarla en un conocimiento técnico aplicado. Además, experiencias reales donde se han puesto en práctica metodologías innovadoras han demostrado que sus alumnos logran adquirir unos conocimientos mejores y más duraderos (Del Pozo, 2011). Por tanto, hoy en día es necesario proporcionar a los alumnos las herramientas necesarias para organizar sus ideas y emitir juicios críticos para saber cuál de las muchas informaciones recibidas son o no correctas evitando la memorización de conceptos.

2.1. Objetivos

Una vez mostrada la problemática referente a la temática se ha formulado un objetivo general para esta investigación y unos objetivos específicos de forma que la consecución de éstos permita el logro del general.

□ Objetivo general

Analizar las estrategias de aprendizaje basado en el pensamiento (TBL) aplicadas a la enseñanza de las Ciencias en Secundaria.

Objetivos específicos

- Describir los aspectos claves del paradigma constructivista aplicado a la enseñanza de las Ciencias.

- Identificar enfoques alternativos a la metodología tradicional aportados por la Didácticas de las Ciencias.
- Identificar las técnicas basadas en el pensamiento (TBL) y su relación con el paradigma constructivista.
- Identificar opiniones y metodologías de una muestra de docentes en relación a la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias.
- Elaborar una propuesta didáctica basada en el TBL para los contenidos curriculares de genética de la asignatura de Biología de 4º de E.S.O.

2.2. Fundamentación de la metodología

Antes de realizar ningún tipo de propuesta, es importante conocer qué defienden los diferentes autores de la materia estudiada, por lo que se ha hecho una primera revisión bibliográfica sobre el tema. Después de lo cual se ha procedido a realizar un estudio exploratorio mediante el uso de un cuestionario a profesores de la ESO con la finalidad de identificar sus opiniones sobre el tema estudiado, así como su día a día en las aulas y los problemas que pueden encontrar para poner en práctica metodologías alternativas.

Por último, de acuerdo a la encuesta del estudio piloto y la bibliografía estudiada se ha propuesto una unidad didáctica en la que se emplean metodologías alternativas, principalmente el aprendizaje basado en el pensamiento. Con esto se espera aportar alternativas metodológicas que permitan favorecer el aprendizaje significativo de las Ciencias.

2.3. Justificación de la bibliografía utilizada

Estudiando el marco en el que se engloba el TBL se pueden encontrar numerosos autores de autoridad en la materia, pero una vez se enfoca en las propias técnicas del TBL, el principal autor de referencia es Swartz, R. ya que es el artífice de estas técnicas y por tanto el autor de referencia.

Volviendo al marco general, dada la antigüedad de los primeros estudios para sustituir la metodología tradicional, hay gran variedad de bibliografía al respecto, pero varias fuentes de las consultadas no estaban accesibles y otras eran demasiado genéricas.

Por otra parte, a la hora de estudiar el aprendizaje basado en el pensamiento, como se trata de unas técnicas elaboradas por un grupo de investigadores concreto,

tampoco existe bibliografía ajena a este equipo y mucho menos en castellano. Por otra parte, no se han encontrado estudios estadísticos en los que se halla puesto la efectividad de estas técnicas como objetivo de estudio.

3. Marco teórico

En este apartado se describe el fundamento teórico que sustenta esta investigación, para ello en primer lugar se hace una síntesis del paradigma constructivista, ya que sus premisas subyacen en las orientaciones metodológicas establecidas en la normativa de educación, lo cual no es de extrañar ya que es el modelo contemporáneo educativo reconocido por la comunidad internacional (Mazarío & Mazarío, s. f).

A continuación, se revisan diferentes enfoques alternativos a la metodología tradicional que, bajo el prisma constructivista, han sido aportados por la Didáctica de las Ciencias para solventar las deficiencias didácticas manifestadas por la metodología de transmisión (Campanario y Moya, 1999).

Finalmente, se definen, describen y caracterizan las técnicas basadas en el pensamiento (TBL).

3.1. El paradigma constructivista aplicado a la enseñanza de las Ciencias

Ante la visión tradicional en la que el profesor cita o explica unos conceptos que el alumno no debe hacer más que memorizar y repetir lo más textualmente posible, se planteó una nueva educación, basada en la motivación, el interés, los valores, las actitudes y los sentimientos (figura 2) de los que hasta entonces eran receptores del conocimiento, los alumnos (Rodríguez, 1999).

En la década de 1970, Jean Piaget y Lev S. Vygotski, principales motores de este movimiento, elaboraron una serie de construcciones teóricas que denominaron “constructivismo” y que a día de hoy se han propagado por muchas disciplinas, como la psicología o la educación.

Desde entonces, en lo que respecta a la educación, han surgido muchas ramas de esta corriente, pero teniendo como base común que el alumno construye activamente su propio conocimiento. En la actualidad, la mayor parte de las investigaciones y de las aplicaciones docentes tienen lugar bajo este marco (Marín, Solano & Jiménez, 1999).

Principalmente, las diferencias entre estos dos autores se basan en el orden en el que tienen lugar los procesos. Mientras Piaget defiende que el desarrollo intelectual es previo al aprendizaje, Vygotski afirma que es el aprendizaje el que antecede al desarrollo (Rodríguez, 1999).

En el conocimiento será fundamental, según Piaget, la relación entre la experiencia de la realidad y las estructuras del pensamiento, ya que se construirá desde estas y con el objetivo de adaptarse al mundo. Por su parte, Vygotski sostiene que el desarrollo del conocimiento necesita, no solo del aprendizaje, sino que este se debe adquirir con la asistencia de terceros (Ordóñez, 2004).

En base a las características comunes, se puede decir que el constructivismo defiende que el conocimiento es un proceso de construcción personal que no se hereda, sino que se da gracias a la acción del propio sujeto con la interacción del medio en el que se encuentra, ya que este influye de manera importante en él (Rodríguez, 1999).

Compendiando lo anterior, lo que el constructivismo defiende es que el alumno debe construir su propio conocimiento, con la ayuda del profesor, para alcanzar una educación de excelencia. Mientras el alumno debe ser consciente tanto del contenido, de los medios como de las razones de lo que va a construir, el profesor deberá evaluar si ha alcanzado los objetivos marcados, así como las causas en caso negativo y no olvidar que la persona que educa debe ser un factor fundamental en el proceso (Rodríguez, 1999).

Uno de los pilares de esta corriente es partir de las ideas que el alumno ya tiene antes de comenzar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Como decía Ausubel (el tercer precursor de esta teoría), “el factor aislado más importante que influencia el aprendizaje es aquello que el aprendiz ya sabe” (Ausubel, 1993, citado en Flores, Hernández & Sánchez, 1996, p. 142).

Esos aprendizajes que ya tienen, son en realidad ideas sobre el funcionamiento del mundo, que no solo los individuos las poseen, sino los grupos como comunidad (Lara, 1997) ya que también influirá de una manera significativa la influencia del medio y la cultura en la que vive (Driver, 1988).

Para construir el conocimiento, lo primero que ocurrirá es que la persona en cuestión utilizará sus esquemas mentales para tratar de comprender la situación. Una vez hecho esto, el aprendizaje se dará por interacción de estos esquemas con la

realidad (Driver, 1988). De esto se desprende que la importancia del alumno, así como su disposición al aprendizaje es capital para que esto ocurra de manera correcta, lo cual no ocurrirá si no tiene incentivos para hacerlo, es decir, si no tiene motivación.

Junto con lo anterior, no hay que olvidar que en muchas ocasiones, las ideas o esquemas previos de los alumnos difieren de la ciencia y portan graves errores (Flores et al, 1996 y Driver, 1988) que impedirán la correcta construcción del conocimiento científico a no ser que se logre un cambio conceptual de esos errores.

Una dificultad para lograr que los alumnos comprendan que sus preconceptos son erróneos y por tanto estén dispuestos a cambiarlos, es que estos tienen sentido desde su punto de vista (Driver, 1988), desde su manera de ver las cosas, lo que complica la labor de cambiarlo.

A pesar de ello es de gran importancia, ya que tanto los conceptos como las relaciones que se generan entre ellos darán lugar a la construcción del conocimiento de las personas (Novak, 2000).

Existe otro problema añadido que es la permanencia de lo aprendido en el alumno. Se puede pretender que los alumnos repitan estructuras aprendidas en clase (aprendizaje memorístico), tal y como lo han aprendido o se puede querer que aprendan cosas que se relacionen con otras que ya conocen configurando un aprendizaje significativo.



Figura 2. Elementos que forman parte de las bases de la nueva educación constructivista. Elaboración propia.

Este aprendizaje significativo podría resumirse como la incorporación de nuevos conocimientos en las estructuras mentales pre-existentes, involucrando la propia voluntad en tratar de relacionar lo nuevo con conocimientos de orden superior y con hechos reales (Novak, 2000).

Como se ha señalado anteriormente, el alumno es el principal protagonista de este proceso y sobre quien recae una parte importante del peso y responsabilidad.

Por ello, es necesario que el alumno esté en predisposición de querer aprender, es decir esté motivado, para lo cual es necesario que el docente proponga a los alumnos actividades diversas, que fomenten la autonomía del alumnado, la participación activa, muestre la utilidad de los contenidos que enseña, el uso de las nuevas tecnologías y el trabajo cooperativo (Pozo, 1997).

Hasta ahora, la preocupación de los docentes se basaba en los contenidos, trasladando el aprendizaje a los propios alumnos (Lara, 1997).

Con esta nueva perspectiva, una de las principales innovaciones en lo que a profesores se refiere será la formación constante de los docentes y la mejora de la comunicación interna entre ellos para lograr unos objetivos comunes (Marín et al, 1999).

3.2. Enfoques alternativos desde la perspectiva constructivista para la enseñanza de las Ciencias

Partiendo de la premisa del alumno como principal protagonista de su propio proceso de aprendizaje y, concretando en la enseñanza de las Ciencias, han surgido diferentes enfoques que tratan de paliar las deficiencias del modelo tradicional, entre ellos destacan el aprendizaje por descubrimiento, el modelo de cambio conceptual y conflicto cognitivo, investigación dirigida y elaboración de modelos que, de forma resumida, son abordados a continuación.

3.2.1. Aprendizaje por descubrimiento

Esta corriente defiende que la mejor manera para ser científico es hacer lo mismo que un científico, seguir sus mismos pasos, toparse con los mismos problemas, etc., es decir, aprender ciencia reconstruyendo la ciencia.

Para lograr esto, los profesores deberían basar la enseñanza en experiencias que permitan al alumno investigar. Esta concepción parte de la idea de que el alumno no necesita nada antes de empezar este proceso, ya que la ciencia sería el resultado natural de la mente y por tanto podría llegar a ello gracias exclusivamente a la investigación (Pozo, 1997).

Como es de esperar, este tipo de aprendizaje hunde sus raíces en el más puro método científico y pretende que el alumno repita algunos de los experimentos hechos por los investigadores de la historia para situarle en el trabajo de un científico.

Con estas premisas, el papel del profesor en este tipo de actividades será el de un director de investigación, es decir, hacer preguntas y orientar la investigación en vez de dar respuestas y transmitir la información que el alumno debe aprender.

A continuación se resumen las principales características de este tipo de aprendizaje:

1. Es el alumno quien debe asumir el protagonismo de la investigación interpretando la realidad, formulando sus hipótesis y pautando su propia intervención.
2. El proceso de investigación puede ser desencadenado por la frustración de las propias expectativas, lo que lleve a buscar soluciones alternativas.
3. El aprendizaje se basa en un proceso de construcción del conocimiento que se basa en la comprobación de hipótesis previamente formuladas.
4. El descubrimiento en sí se basa en la comprobación de las hipótesis emitidas.
5. Por medio del pensamiento productivo, el alumno es el principal protagonista del proceso, siendo él quien elige, organiza, aplica y controla las operaciones a llevar a cabo en la investigación.
6. El error no debe ser tenido en cuenta como un fallo sino como un recurso educativo, ya que de él se desprenderán nuevas hipótesis.
7. La sociedad en la que vive el alumno influirá de manera importante en la investigación, de manera similar a como lo hizo en su momento en las investigaciones de los grandes científicos.
8. Es necesario que el alumno sienta la necesidad de investigar, para ello el conocimiento no puede venir dado ni derivarse directamente de los recursos propios del alumno.

9. Que el alumno sea el protagonista de la investigación no quita que el profesor pueda promoverla ni que la creatividad no pueda ser puesta a disposición de esta.

Este proceso queda reflejado de una manera resumida en la figura 3.

Siendo estos los postulados básicos, hay autores que defienden que el aprendizaje debe basarse en descubrimiento puro, es decir, que no deben aprender nada teórico antes (Pozo, 1997) mientras que otros argumentan que estos conocimientos teóricos iniciales son necesarios para poder tener las nociones básicas y poder reconocer como anómalo lo que así es, de forma que se eviten resultados erróneos debidos a una falta de comprensión de alguna de las operaciones llevada a cabo en la investigación (Campanario & Moya, 1999).

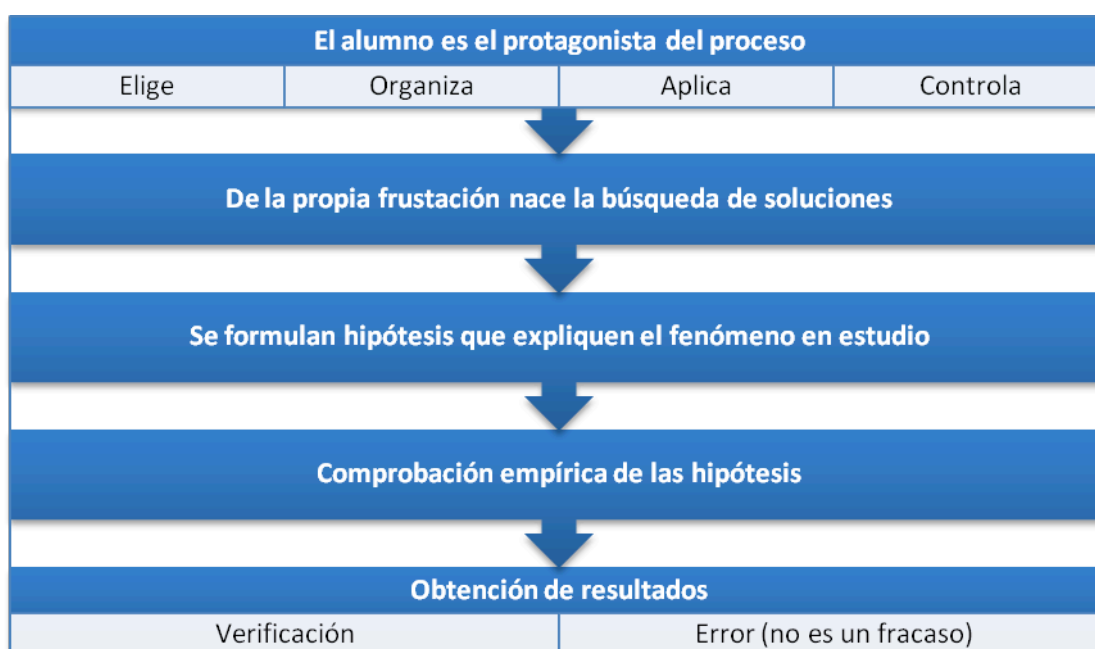


Figura 3. Resumen del proceso de un aprendizaje por descubrimiento. Elaboración propia.

Uno de los problemas más frecuentes a la hora de utilizar este tipo de metodologías es que el método científico y las investigaciones que de él se derivan son una parte del conocimiento científico, pero no todo (Pozo & Carretero, 1987 citado en Pozo 1997).

Junto con lo anterior, no hay que olvidar que estamos tratando de la E.S.O. donde la obligatoriedad de la educación hace que esta se deba enfocar teniendo en cuenta el gran abanico de posibilidades que los alumnos tienen al término de esta etapa, por lo que este aprendizaje por descubrimiento, al no ser la manera en la que

solucionamos nuestros problemas cotidianos (Pozo, 1997) puede que no sea la mejor manera de formar a los alumnos.

Además, otro inconveniente de este enfoque es que no tiene en cuenta las ideas previas de que tienen los alumnos sobre los fenómenos científicos, que como ya se ha visto anteriormente es imprescindible para lograr un aprendizaje significativo, por ello, han surgido otros enfoques que parten de las ideas previas de estos y trata de cambiar esas preconcepciones erróneas. Eso es lo que se pretende cuando se plantea un conflicto cognitivo y se busca un cambio conceptual.

3.2.2. Conflicto cognitivo y cambio conceptual

Debemos partir de la base de que muchos alumnos tienen una serie de ideas preconcebidas sobre asuntos científicos que son erróneas. En ocasiones esto ni siquiera es patente por parte del propio alumno. La causa de esto muchas veces se encuentra en la variedad de significados que se le da a una palabra en función del ambiente, ya sea científico o popular (Campanario, 2000).

Para lograr que los alumnos no diferencien entre escuela y sociedad y como consecuencia elaboren razonamientos y conocimientos paralelos que utilicen en función del ambiente en el que se encuentran, hay que lograr que estos aprendan a pensar sobre el propio proceso de pensamiento y aprendizaje, es decir, metacognición.

Cuando se detectan ideas previas erróneas, una manera de refutarlas es planteando al alumno un conflicto entre las ideas previas que tiene y la realidad, para que una vez hecho esto, realice un cambio conceptual de forma que sus ideas se adecuen a la realidad.

Aunando los diferentes criterios de los diferentes autores estudiados por Campanario y Moya (1999), se podrían plantear las siguientes premisas como necesarias para que el proceso de cambio conceptual por conflicto cognitivo sea efectivo (Campanario & Moya, 1999), las cuales quedan resumidas en la figura 4:

- 1.- Todos los alumnos deben ser partícipes de las ideas que todos los compañeros tienen sobre el tema a estudiar, por lo que la participación de todos en el debate debe ser efectiva.

2.- Las ideas de todos, incluidas las del profesor, deben estar al mismo nivel y debe ser el grupo quien juzgue el estado e importancia que se debe dar a cada una.

3.- Cada idea debe ser justificada, teniendo en cuenta que lo importante no es su fuente, sino su explicación.

Una vez se haya hecho esto, es el momento de pasar a realizar el conflicto cognitivo bajo la dirección del profesor. Para que esto tenga sentido, se deben satisfacer las siguientes condiciones:

1. Los alumnos deben quedarse satisfechos con la nueva concepción, e inconformes con la antigua.
2. La nueva concepción debe ser inteligible y útil para los alumnos, ya que debe ser capaz de resolver problemas creados por el preconcepto erróneo y abrir nuevos horizontes a explicaciones de nuevos conocimientos.

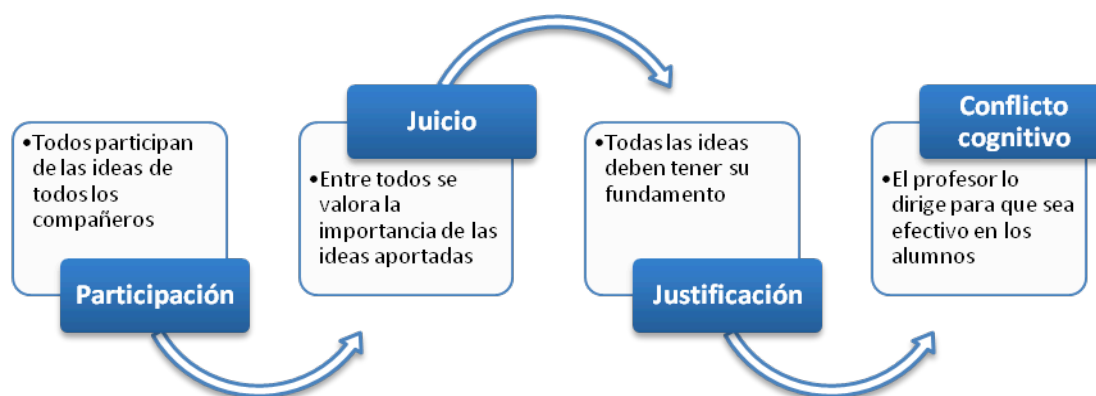


Figura 4. Resumen de los pasos a seguir para crear el conflicto cognitivo. Elaboración propia.

Esta metodología presenta dos problemas, uno referido a los alumnos y otro al sistema educativo. En el primer caso, como se ha dicho antes, los alumnos pueden tener un conocimiento paralelo académico-social, de forma que muestren cada uno de ellos en función del ambiente en el que se encuentren. En ese caso, el cambio conceptual no se ha realizado de manera real, ya que lo que harán es utilizar uno en el aula y otro en las conversaciones ordinarias.

En lo que respecta al sistema educativo, esta metodología requiere de un cambio metodológico, ya que se ha entendido como una herramienta más en el proceso de enseñanza y no como una metodología (Pozo, 1997).

3.2.3. Investigación dirigida

Como se ha visto anteriormente en la metodología por descubrimiento, la ciencia se construye a partir de la investigación basada en el método científico. En dicha metodología el profesor tiene poca participación en el proceso, y eso puede ser perjudicial ya que el alumno puede llegar a conclusiones erróneas debido a fallos en el planteamiento o en el desarrollo de la investigación.

Como solución a dicho problema, surgen las investigaciones dirigidas, donde el profesor, además de guiar al alumno, completa o reordena las ideas y conceptos que el alumno no domina.

A continuación, se puede observar una posible guía estructurada (figura 5) sobre el proceso a seguir en este tipo de metodología (Pozo, 1997; Campanario & Moya, 1999).

1. El profesor debe seleccionar un tema de investigación que crea que puede despertar el interés de los alumnos, siendo este uno de los principales objetivos a cumplir por parte del docente.
2. Realizar un estudio cualitativo de la situación para conocer el estado de la ciencia al respecto y delimitar el problema que se debe estudiar. Para ello deberán consultar y analizar bibliografía sobre la materia.
3. Sin olvidar que el trabajo es en equipo, se realizarán unas hipótesis que pretendan explicar las circunstancias, al tiempo que se pensarán estrategias para abordar el estudio del problema, buscando vías alternativas en el caso que las primeras estrategias no resulten definitivas.
4. Llevar a cabo las estrategias planteadas y comparar los resultados con los compañeros de otros grupos, referenciando los resultados a las hipótesis iniciales.
5. A partir de los resultados, crear conocimiento que pueda ser aplicado a nuevos problemas y plantear futuras investigaciones al respecto que permitan ahondar en determinadas áreas de este problema.

Una de las principales ventajas de este enfoque es que los alumnos eliminan la idea de que la ciencia es una cosa de acción y reacción inmediata, es decir, que comprenden que los procesos científicos son largos, arduos y que no evidencian respuestas inmediatas al problema que uno se plantea.

Por su parte, los detractores defienden que esto solo se pueda llevar a cabo con un cambio en los currículos, y por tanto requiere un cambio conceptual, procedimental y actitudinal muy grande. Además, la carga de trabajo para el profesor suele ser mayor de lo normal, ya que requiere mucha atención para que ningún alumno se pierda durante la investigación y se puedan resolver las dudas de cada uno de ellos.

Tema

- Definido por el profesor
- Debe generar interés en los alumnos

Estudio cualitativo

- Conocer el estado de la ciencia al respecto
- Delimitar el problema que se estudiará

Hipótesis

- Generarlas para que se explique el problema
- Pensar estrategias para afrontarlo
- Prever vías alternativas

Experimento

- Llevar a cabo las estrategias pensadas
- Obtener resultados

Futuro

- Crear conocimiento a la luz de los resultados
- Plantear posibles investigaciones futuras

Figura 5. Proceso para las investigaciones dirigidas. Elaboración propia.

Dado que los alumnos no pueden enfrentarse realmente a los mismos problemas a los que se enfrenta un científico adulto en su día a día, surge como posible alternativa la elaboración de modelos, que se encontraría entre la comprensión exclusiva de conocimientos conceptuales y las investigaciones, tanto por descubrimiento como dirigidas.

3.2.4. Elaboración de modelos

El método científico basa sus principios en la contrastación de hipótesis, teorías y teoremas, como medio para verificar la autenticidad de lo estudiado. Para ello, reduciendo la complejidad al nivel escolar de estudios de la E.S.O. podemos formar a los alumnos en la elaboración de modelos, entendiendo esto como representaciones de ideas, objetos, hechos o procesos (Justi, 2006).

La razón de ser de estos modelos, que pueden ser dibujos, maquetas, simulaciones o analogías se puede compendiar en las siguientes funciones, resumidas partir de los estudios de diferentes autores (Justi, 2006):

- Simplificar fenómenos complejos.
- Ayudar a comprender ideas abstractas.
- Colaborar en la comprensión de los resultados experimentales.
- Apoyar la elaboración de hipótesis explicativas y en la propuesta de previsiones.

Una gran problemática de esta metodología es el papel del profesor, ya que dependiendo del caso, sus funciones pueden variar mucho, desde guía de la investigación para desarrollar el modelo, hasta la reedición del texto por cambios del lenguaje, pasando por criticar los argumentos defendidos por el alumno. Otro inconveniente que hay son los conocimientos actitudinales y procedimentales que pueden quedar relegados a segundo plano si los conceptuales son la base del modelo en cuestión (Pozo, 1997).

Aunque tiene cierto grado de transversalidad, ya que tiene ideas comunes a los anteriores modelos, se presenta una nueva estrategia para afrontar la educación, basado no solo en el papel protagonista del alumno sino en el desarrollo de sus capacidades intelectuales.

3.3. Aprendizaje basado en el pensamiento

a) Origen y evolución

Como consecuencia de años de estudio de técnicas de enseñanza, el Doctor Robert J. Swartz, fundó en 1995 el centro nacional para la enseñanza del pensamiento y diseñó una serie de estrategias aplicables en las aulas para promover el pensamiento eficaz de los alumnos, de manera que éste sea extrapolable a la vida cotidiana.

El fundamento teórico se basa en la idea de que es evidente que todos pensamos en el día a día, pero en ocasiones este acto de pensar no se hace de manera eficiente, por ejemplo, al emitir un juicio de forma impulsiva o sacar conclusiones de manera precipitada o analizar un hecho con estrechez de miras. En general, para hacerlo de una manera correcta es necesaria una instrucción premeditada, ya que por mucho

hacer pensar a los alumnos no se tiene por qué lograr que estos lo hagan eficientemente.

En consonancia con el paradigma constructivista, estas técnicas plantean un cambio de modelo didáctico, en el que el profesor deja de ser el protagonista del aula para que sean los alumnos, instruyéndoles en procedimientos que hagan que su pensamiento se desarrolle con destreza (Swartz, 2008a).

Tras el estudio de las diferentes formas que utilizan las personas para pensar, los autores han llegado a la conclusión de que existen los siguientes tipos de pensamientos:

- ✓ Inconsciente o casi automático.
- ✓ Impulsivo, reactivo o instintivo.
- ✓ Intuitivo o sin esfuerzo.
- ✓ Distraído.
- ✓ Eficiente o eficaz.

Según estos autores, el pensamiento eficaz está compuesto de tres ingredientes que se describen a continuación: destrezas de pensamiento, hábitos de la mente y metacognición.

- En primer lugar, se necesitan *destrezas de pensamiento*. Con este término se quiere señalar las maneras pautadas por medio de las cuales la inteligencia puede llevar a cabo el pensamiento eficaz, sirvan de ejemplo “comparar y contrastar”, “resolver problemas” y “tomar decisiones con destreza”.
- El segundo ingrediente son los *hábitos de la mente*. Esto son las manifestaciones prácticas de personas que desarrollan trabajo intelectual. Son rutinas necesarias para pensar, por ejemplo “buscar la precisión y la exactitud”, “recoger datos utilizando todos los sentidos” y “persistir en una tarea que requiere pensar”.
- En tercer lugar, es imprescindible la *Metacognición* siendo éste un término acuñado por Flavell en 1976 para describir el dominio y la capacidad de regular los propios procesos del conocimiento. Investigaciones más recientes han determinado que implica tres dimensiones: la primera por la que el sujeto se hace consciente de las estructuras que emplea y las capacidades que tiene; la segunda por la que conjuga estas estrategias y las pone en práctica y

una tercera por medio de la cuál autoevalúa el proceso para estudiar la medida en que está logrando su meta (Tovar-Galvez, 2008).

A este respecto, los autores hablan de una escalera de la metacognición, que se muestra en la figura 6, y que son niveles progresivos que sirven para interiorizar los hábitos del pensamiento eficaz.

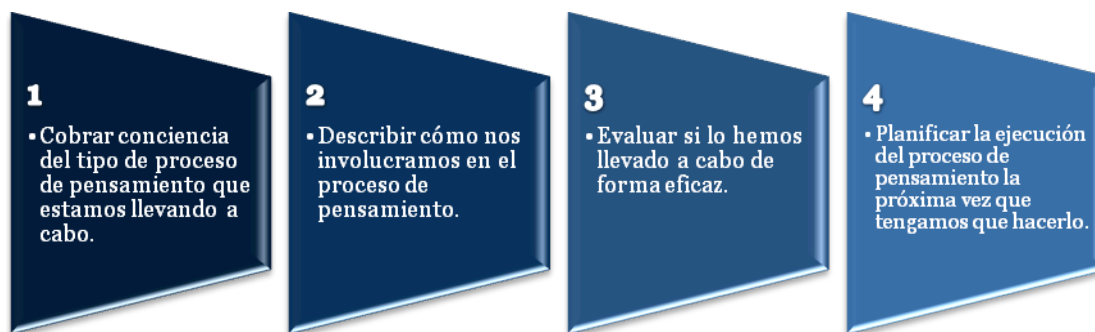


Figura 6. Escalera de la metacognición. Adaptado de Swartz, 2008, p.109.

b) Terminología propia

Este conjunto de estrategias poseen una terminología específica que se muestra a continuación:

- **Destreza del pensamiento:** nombradas anteriormente, son aquellas herramientas que se pueden utilizar para los fines pretendidos, como por ejemplo comparar dos elementos o tomar una decisión con destreza. En boca de su autor, sería la capacidad de “seguir los pasos necesarios, haciendo preguntas relevantes y respondiéndolas, así como reuniendo la información de un modo apropiado” (Swartz, 2008a, p.23)
- **Ruta de pensamiento:** son las preguntas que una persona debería hacerse para poner en práctica una destreza de pensamiento, es decir, la sucesión de cuestiones que debería plantearse para, por ejemplo, relacionar las partes con su todo. Quiere ser una definición de la destreza con el procedimiento pautado para llevarlo a cabo.
- **Organizador gráfico:** es una herramienta impresa a modo de esquema, para guiar a los alumnos en el desarrollo de la ruta del pensamiento, de manera que vayan poniendo por escrito todo el proceso que desarrollan para “descargar en él sus pensamientos de un modo organizado” (Swartz, 2008b, p.59)

c) Destrezas basadas en el pensamiento

Sirva a modo de resumen la siguiente enumeración de las diferentes destrezas del pensamiento. Estas son las que Swartz establece como las principales a la hora de enfocar la organización de las unidades didácticas desde el punto de vista del TBL (Swartz, 2008a)

- Emplear la lluvia de ideas para explorar distintas posibilidades.
- Combinar ideas e información para dar forma a nuevas ideas.
- Componer metáforas basadas en analogías.
- Inferir ideas nuevas de otras ideas o información.
- Comparar y contrastar.
- Clasificar y definir categorías.
- Determinar relaciones de la parte con el todo.
- Establecer secuencias.
- Distinguir entre hechos objetivos y opiniones subjetivas.
- Encontrar razones y/o conclusiones.
- Juzgar la exactitud objetiva de la información.
- Juzgar la credibilidad y fiabilidad de las fuentes.
- Juzgar la credibilidad y fiabilidad de los informes de observación.
- Detectar y juzgar los puntos de vista parciales.
- Juzgar la relevancia de la información para un tema o problema determinado.
- Juzgar la probabilidad de explicaciones causales.
- Juzgar la probabilidad de predicciones.
- Juzgar el apoyo en generalizaciones.
- Juzgar el peso de los razonamientos analógicos.

- Juzgar la exactitud de las suposiciones.
- Juzgar la relevancia y el peso de los razonamientos de las conclusiones.
- Juzgar la validez del razonamiento condicional.

Todas ellas responden a tres rutas de pensamiento en las que se pretende educar a los alumnos, que son la toma de decisiones, la resolución de problemas y la conceptualización.

d) Ejemplo de una implantación

A continuación se muestra la aplicación de las estrategias basadas en el pensamiento mediante el uso de un ejemplo real explicado por el propio autor (Swartz, 2008a).

Para explicar la situación de la América colonial de 1774 y 1775, el profesor cree que el libro de texto es insuficiente, no solo por la rigurosidad histórica, sino también por el sesgo ideológico. Por estas razones, decide ampliar los recursos y estudiarlo desde un nuevo punto de vista.

De todas las *destrezas del pensamiento* van a quedar ejemplificadas en esta actividad las siguientes:

- Emplear la lluvia de ideas para explorar distintas posibilidades.
- Distinguir entre hechos objetivos y opiniones subjetivas.
- Encontrar razones y/o conclusiones.
- Juzgar la exactitud objetiva de la información.
- Juzgar la credibilidad y fiabilidad de las fuentes.
- Juzgar la relevancia de la información para un tema o problema determinado.
- Juzgar la relevancia y el peso de los razonamientos de las conclusiones.

Lo primero sería conectar lo que se quiere aprender en conexión con la vida real y hacer de la historia una realidad cercana. Para ello, se invita a los alumnos a situarse con la imaginación en las colonias y pensar en la disputa que tendrían entre los líderes de las colonias y las autoridades británicas.

Por otra parte, ya que esto es un hecho muy lejano, es muy importante hacer una analogía entre eso y una situación cotidiana, por ejemplo cuando uno no sabe qué hacer si unos amigos le animan a una cosa y otros a la contraria. Es una buena idea, hacerles pensar en ello y que escriban un par de situaciones en las que les haya pasado esto.

Una vez escritas, por parejas deberán identificar tanto lo que los amigos quieren que haga como las razones que argumentan para convencerle a hacerlo.

Pudiendo aplicarlo a ambos casos, el profesor orienta a los alumnos con una serie de preguntas que les pueden servir a la hora de tener que tomar una decisión. Estas son las siguientes:

- 1.- ¿De qué me están tratando de persuadir?
- 2.- ¿Qué razones me ofrecen para ello?
- 3.- ¿Qué me indica que es así? ¿Cuál o cuáles son las palabras clave?
- 4.- ¿Hay algo adicional que se esté dando por hecho y que pudiese ser otro argumento?

Una vez expuestas estas preguntas, los alumnos deberán volver sobre las anotaciones iniciales y desvelar las razones por las que estaban tratando de ser persuadidos para llevar a cabo determinada acción. Deberán escribir estos argumentos, ya que este es el objetivo que se ha planteado el profesor a la hora de desarrollar las destrezas relacionadas con el juicio de las fuentes y la búsqueda de razones para llegar a una conclusión.

Aunque se ha desviado del tema de la América colonial, lo que se pretende es que los alumnos asuman estas herramientas, para ello deberán ponerlas en práctica en un ejercicio más cotidiano que las condiciones de vida de los colonos de 1775, por ello les expone tres ejemplos para que haciendo uso de la estrategia recién estudiada indiquen cuál es realmente un argumento de peso. Esos tres ejemplos son un titular de periódico, un anuncio publicitario de un coche y un extracto de un editorial periodístico.

Tras dirigirles en la **ruta de pensamiento** utilizada y concluir esta actividad-ejemplo, vuelve sobre el caso de interés. En esta ocasión les entrega una proclama que pretendía convencer a los colonos de mantenerse independientes de los británicos.

Después se les entregarían los **organizadores gráficos** donde plasmarían el proceso de estudio. En primer lugar deberán identificar la conclusión que se cree que hay detrás del texto (en este caso que las colonias deberían ser independientes del poder británico) para más adelante transcribir las razones que se argumentan a favor de dicha conclusión en el texto (como por ejemplo que no necesitan de la mediación de nadie para establecer relaciones comerciales con potencias europeas).

Llegado este punto puede que los alumnos asuman esta postura como buena, pero el profesor debe hacerles ver que solo han prestado atención a los defensores de esta postura, por lo que les entrega un texto de un ministro británico para llevar a cabo el mismo proceso anterior, pero esta vez con la conclusión de que las colonias deben permanecer fieles al imperio británico.

Una vez se tienen todas las posibles argumentaciones presentes, es hora de evaluarlas, para ello se va preguntando a los alumnos sobre dichos argumentos y sobre si estos defienden una teoría o la contraria. En esta conversación algunos de los alumnos plantean que puede haber datos que no se han presentado y que algunos de los expuestos por alguna de las partes puede no ser veraz.

Con todo esto, se termina haciendo una nueva ruta de pensamiento, esta vez para la evaluación de una argumentación. Para ello se han planteado las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Cuál es el argumento?
- 2.- ¿Hay algo más que sea necesario para determinar si las razones son precisas y fiables? En su caso, ¿qué?
- 3.- A pesar de la fiabilidad de la información, ¿hay algún dato adicional que sea necesario para tomar una decisión? En su caso, ¿qué?
- 4.- Basándose en las respuestas a las preguntas anteriores, ¿la argumentación es convincente, no convincente o incierta?

Al igual que en los casos anteriores, se puede hacer y distribuir un organizador gráfico para que los alumnos sigan el proceso de forma precisa y ordenada.

Una vez hecho esto, se podría plantear que la mitad de la clase estudiara la argumentación de los que apoyaban la independencia y la otra mitad los argumentos de los leales al imperio.

A continuación, se unifican los mapas de pensamiento en el siguiente:

- 1.- ¿De qué estamos tratando de ser convencidos? ¿A qué conclusión quieren que

lleguemos?

2.- ¿Qué información aportan como razones que apoyen la conclusión?

3.- ¿Es esta información precisa y relevante? ¿Por qué?

4.- ¿Hay algo que esté siendo dado por supuesto pero que sea importante a la hora de obtener la conclusión? En su caso, ¿cuál es? ¿es precisa y relevante?

5.- Las razones aportadas ¿son suficientes para convencernos de la conclusión? ¿hay algo más que sea necesario conocer para ser convencidos de dicha conclusión? En caso afirmativo ¿qué es lo que falta?. En caso negativo, ¿por qué no?

6.- ¿Es la argumentación en su conjunto convincente? ¿Por qué?

7.- Si no es convincente, ¿hay algo más que sepas o que hayas encontrado que haga que sí sea convincente? En su caso, ¿cómo sería entonces la argumentación?

Llegado este momento es hora de poner en práctica la metacognición. Para ello el profesor insta a los alumnos a pensar en los siguientes puntos.

- En primer lugar debe identificar el tipo de destreza de pensamiento que han estado trabajando (evaluación de una argumentación).
- En segundo lugar deben describir cada uno de los pasos que se han llevado a cabo para evaluar la destreza y establecer mejoras para su uso en el futuro.

En resumen se pretende que los alumnos estudien si es una manera efectiva de estudiar una argumentación. Con todo esto se quiere que cada alumno desarrolle su propia estrategia para evaluar argumentos de un discurso.

Terminada la lección, los alumnos han adquirido las destrezas para llevar a cabo este tipo de análisis y poder emplear los organizadores gráficos como ayuda para su proceso de pensamiento cuando se vean necesitados de este tipo de destrezas.

Aunque lo descrito en los párrafos anteriores es solo un ejemplo, es la manera ordinaria de actuar a la hora de aplicar cualquiera de las destrezas del pensamiento (indicadas en el siguiente apartado) que forman parte de las técnicas del aprendizaje basado en el pensamiento.

En la figura 7 se muestra una síntesis de los pasos para aplicar el TBL.

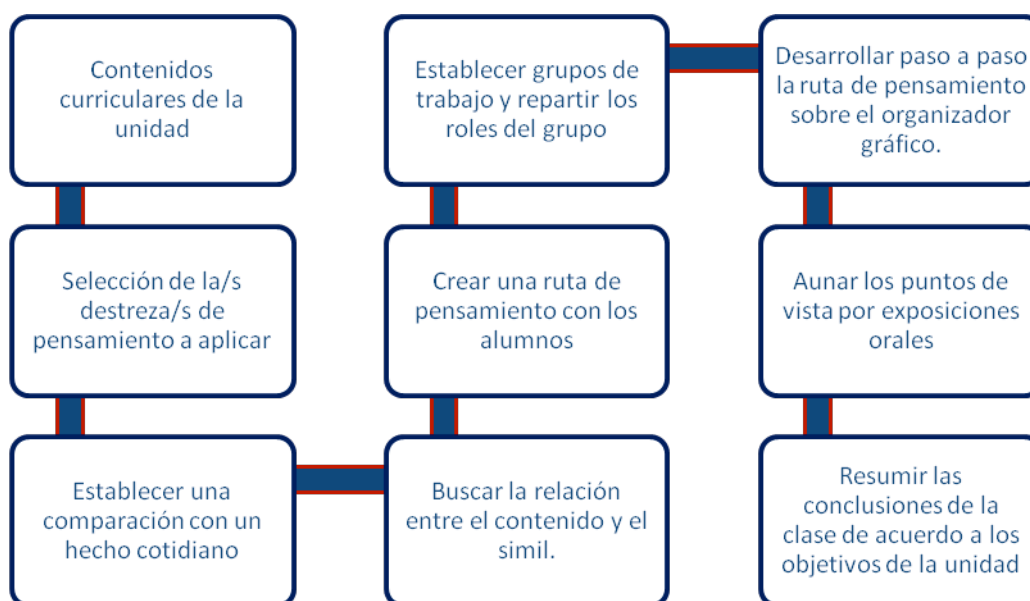


Figura 7. Síntesis del procedimiento para aplicar un proceso de aprendizaje basado en el pensamiento. Elaboración propia.

e) Relación del TBL con el constructivismo

Como se ha podido ir viendo, existe una gran relación entre en TBL y las bases del paradigma constructivista, las cuales se quieren poner ahora de manifiesto (Figura 8).

Siendo los alumnos los responsables de la mayor parte del trabajo y por tanto de la responsabilidad del proyecto, facilitará que estos lo acojan con más interés y motivación, por otra parte, al hacerlo participativo será más sencillo trabajar con ellos las actitudes, los sentimientos y los valores, principalmente los relacionados con el trabajo.

En muchas ocasiones, los diferentes grupos de trabajo irán a velocidades desiguales, o llegarán a soluciones diversas ante un problema planteado, e incluso obtendrán la misma solución pero por caminos alternativos. Todo ello fomentará su autonomía y afirmará la seguridad en sí mismos para que sea más sencillo ir creando un proceso de construcción del conocimiento personal, donde cada uno vaya a su ritmo y sea el propio alumno el que maneje las riendas del aprendizaje.

La relación de lo aprendido con su aplicabilidad en la vida real es muy importante. A ello coopera en gran medida el enseñar las diferentes estrategias de pensamiento

con un ejemplo cotidiano, de manera que observen como pueden aplicar en su vida cotidiana las estrategias que también utilizarán en el aula.

Por último, aunque no por orden lógico sino por la transversalidad de esto en todo el proceso, está el partir de lo que el alumno ya sabe. Esto afecta a todo, ya que las ideas que aporte para solucionar el problema planteado dependerán de lo contenido en su memoria, a partir de la cual generará nuevas ideas y se nutrirá a su vez de las de los compañeros.

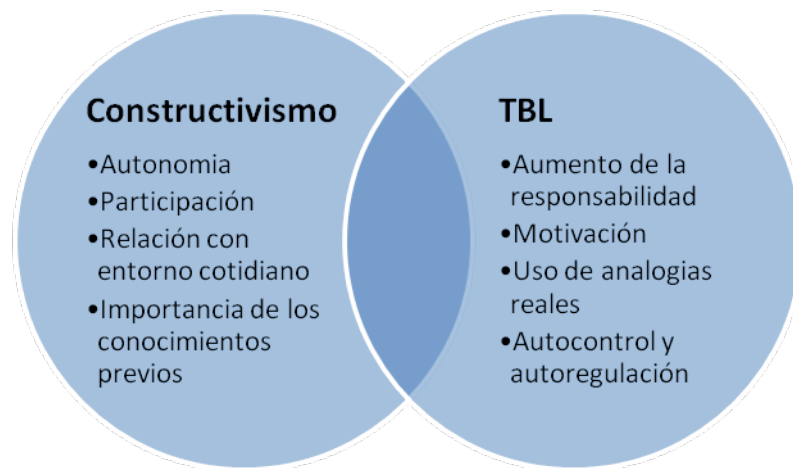


Figura 8. Puntos de relación del TBL con el constructivismo. Elaboración propia.

4. Materiales y métodos

Para lograr los objetivos formulados en el presente TFM se ha llevado a cabo un estudio piloto con una muestra incidental de docentes para identificar la metodología usual en el aula, así como, la opinión y conocimiento de diferentes enfoques alternativos a la metodología tradicional incluido el TBL.

4.1. Instrumento de recogida de datos

Para llevar a cabo este estudio, se ha construido un breve cuestionario que ha sido contestado por profesores que imparten asignaturas de Ciencias experimentales de varios colegios de Euskadi, La Rioja y Cataluña.

Para elaborar el instrumento, en primer lugar se ha diseñado una tabla de contenidos (tabla 1) cuya función es organizar las áreas de interés en diferentes subdimensiones sobre las que se quiere recopilar información.

Tabla 1.Tabla de contenidos del cuestionario.

Dimensiones	Subdimensiones	Ítems
Obstáculos para la enseñanza de las ciencias	Relacionadas con los alumnos	1.- Los alumnos muestran interés por los contenidos de la asignatura. 2.- Considero que los alumnos tienen ganas de asistir a las clases de la asignatura. 3.- Los alumnos no participan en las actividades que se realizan en las sesiones de la materia. 20.- Considero que, en general, los alumnos no aprenden la ciencia que se les enseña.
	Relacionadas con el profesorado de ciencias	5.- En general, el profesorado se halla desbordado ante tanta demanda educativa (alumnos diversos, nuevos métodos, asignaturas nuevas). 6.-En general, el profesorado no tiene el interés suficiente ni ganas de preparar el material de la asignatura, manteniendo la programación de un año al siguiente. 7.- Dispongo del tiempo necesario para desarrollar los contenidos y actividades de la materia de manera holgada. 8.- No dispongo de los recursos materiales necesarios para desarrollar los contenidos y actividades de la materia. 15.- Considero que la finalidad primordial de la enseñanza de las Ciencias es proporcionar la base teórica necesaria para preparar a los alumnos para futuros estudios. 21.- Me gustaría utilizar enfoques alternativos a la enseñanza tradicional pero la amplitud del temario que hay que abordar no me lo permite. 22.- Me gustaría innovar más en las clases pero no tengo tiempo ni formación para ello.
Metodología	Metodología tradicional.	4.- Considero que, en general, no hay gran variedad en el tipo de actividades que se desarrollan en las aulas. 16.- Me ciño al libro de texto para abordar el temario ya que aborda contenidos y procedimientos según la normativa. 18.- Utilizo clases magistrales (con el apoyo de la pizarra o de una presentación de PowerPoint) para abordar los contenidos conceptuales. 12.- Aunque considero primordial partir de lo que sabe el alumno, tengo que dar por sabido ciertos conocimientos para poder acabar el temario.
	Visión constructivista	9.- Frecuentemente hago uso de metodologías participativas en el aula. 10.- Utilizo de manera habitual metodologías alternativas como la resolución de problemas, las investigaciones dirigidas, la elaboración de modelos o el TBL. 13.- Realizo actividades iniciales para tratar de detectar las ideas previas que están descritas en la literatura. 14.- Modifico las programación inicial de la unidad didáctica para refutar las ideas previas que he detectado en los alumnos 17.- Las TIC que utilizo en clase fomentan la participación activa, la autonomía y el trabajo cooperativo p.e. blogs, wikis y/o gloster.
	Evaluación.	11.- Al inicio de cada unidad didáctica muestro a los alumnos los objetivos de aprendizaje que deben conseguir y los criterios con los que se les va a evaluar. 19.- Considero el examen como el instrumento de evaluación imprescindible para valorar los aprendizajes.

Una vez organizada la información, el siguiente paso es construir los ítems, para ello y, siguiendo las recomendaciones de Likert (1932) se han redactado la mitad de los ítems de forma que representan manifestaciones de actitudes positivas o favorables, y la otra mitad de los ítems que constituyen manifestaciones de actitudes negativas o

desfavorables para evitar la respuesta estereotipadas por parte de la persona que realiza el cuestionario.

Las opciones de respuesta a todos los elementos del cuestionario han sido las siguientes:

- 1.- Totalmente en desacuerdo.
- 2.- En desacuerdo.
- 3.- De acuerdo.
- 4.- Totalmente de acuerdo.

4.2. Tipo de centro y tamaño de la muestra

La encuesta ha sido realizada por 21 profesores de 7 colegios de Vizcaya, Guipúzcoa, La Rioja y Tarragona. Todas las personas encuestadas imparten clases de asignaturas relacionadas con las Ciencias experimentales, tales como Física, Química, Matemáticas, Biología, Geología o Tecnología.

Todos los centros son colegios de E.S.O. concertados a los que asisten alumnos de poder adquisitivo medio y de familias de origen heterogéneo por su procedencia así como por su cualificación profesional.

La razón de hacer la encuesta en estos centros se debe a poder usar una amplia muestra de profesores que sean de Departamentos de Ciencias, de manera que no se incluyan profesores de otras áreas, para centrar así la atención en la docencia de las Ciencias.

4.3. Tratamiento estadístico

Una vez recogida la información, el siguiente paso es operativizar los datos, es decir, pasar al lenguaje numérico. Para ello se ha construido un libro de códigos (tabla 2) cuya finalidad es ordenar las variables para ser introducidas en la hoja de cálculo sobre las que se han realizado el procesado de datos.

Tabla 2. Libro de códigos.

Item	Variable	Etiqueta variable	Código	Etiqueta valores
1	ID	Identificación	Números enteros positivos correlativos.	1-21
2	Área	Materias que imparte	1 2	Biología y Geología Otras ⁽¹⁾
3	Curso	Cursos en que imparte	1 2 3	Primer ciclo ESO Segundo ciclo ESO Bachillerato
4	Exper	Experiencia docente	1 2 3 4	1-5 años 6-10 años 10-20 años Más de 20 años
5-27	Pr1-Pr22	Pregunta cuestionario	1 2 3 4	Totalmente desacuerdo Desacuerdo De acuerdo Totalmente de acuerdo

(1) Dentro de la variable “área”, en la etiqueta “otras” se incluyen las siguientes: física y química, matemáticas y tecnología.

Una vez etiquetadas las variables, las puntuaciones se traspasan a una hoja de cálculo construyéndose así la *matriz de datos*.

Como se ha dicho antes, la mitad de los ítems del cuestionario se han formulado en negativo (*ítems invertidos*), en concreto los ítems 3, 4, 5, 6, 8, 12, 15, 16, 20, 21 y 22 (se puede consultar el cuestionario completo en el Anexo I).

Para que se puedan realizar cálculos en la matriz de datos es necesario que todas las puntuaciones en los ítems estén en la misma dirección. Para ello se procede a transformar las puntuaciones de los ítems invertidos según la siguiente fórmula de transformación:

$$P_i = (P_{m+1}) - P_o$$

donde:

P_i : puntuación transformada en el ítem invertido lista para calcular la puntuación total en el cuestionario.

P_m : puntuación máxima que puede darse al ítem.

P_o : puntuación original obtenida en el ítem invertido.

Una vez aplicada la fórmula, las puntuaciones de los ítems invertidos quedan según la tabla 3. La matriz que se obtiene tras la sustitución de las puntuaciones de los ítems invertidos se denomina *matriz recalificada*.

Tabla 3. Recodificación de la escala Likert para las respuestas de los ítems negativos. Elaboración propia.

<i>Respuesta del encuestado</i>	1	2	3	4
<i>Nueva codificación</i>	4	3	2	1

Finalmente, sobre la matriz recalificada se ha aplicado el software EZanalyze (Poyton, 2007) que complementa al Excel 2007 para calcular la distribución de frecuencias en porcentajes de cada puntuación, así como las medidas de tendencia central (media, mediana y moda) y de dispersión (desviación estándar).

5. Análisis de datos y discusión de resultados

Tras la realización de la encuesta anteriormente señalada, se muestran ahora los resultados de dicho estudio piloto.

□ Distribución de frecuencias

En la tabla 4 se muestran los porcentajes de frecuencias y los porcentajes acumulados para los valores negativos (1 y 2) y para valores positivos (3 y 4) en cada uno de los ítems del cuestionario.

Tabla 4: Distribución con porcentaje acumulado de las preguntas del cuestionario.

PORCENTAJE DE CADA CALOR DE RANGO							
N= 21 profesores de ESO		1-2		Acum.	3-4		Acum.
1	Los alumnos muestran interés por los contenidos de la asignatura.	14,29	38,1	52,38	23,81	23,81	47,61
2	Considero que los alumnos tienen ganas de asistir a las clases de la asignatura.	23,81	42,86	66,67	19,04	14,28	33,33
3	Los alumnos no participan en las actividades que se realizan en las sesiones de la materia.	14,29	47,62	61,91	23,81	14,28	38,09
4	Considero que, en general, no hay gran variedad en el tipo de actividades que se desarrollan en las aulas.	23,81	28,57	52,38	23,81	23,81	47,61
5	En general, el profesorado se halla desbordado ante tanta demanda educativa (alumnos diversos, nuevos métodos, asignaturas nuevas).	38,1	14,29	52,38	23,81	23,81	47,61
6	En general, el profesorado no tiene el interés suficiente ni ganas de preparar el material de la asignatura, manteniendo la programación de un año al siguiente.	23,81	14,29	38,1	28,57	33,33	61,91
7	Dispongo del tiempo necesario para desarrollar los contenidos y actividades de la materia de manera holgada.	33,33	19,05	52,38	23,81	23,81	47,62
8	No dispongo de los recursos materiales necesarios para desarrollar los contenidos y actividades de la materia.	33,33	9,52	42,86	33,33	23,81	57,14
9	Frecuentemente hago uso de metodologías participativas en el aula.	28,57	9,52	38,1	33,33	28,57	61,90
10	Utilizo de manera habitual metodologías alternativas como la resolución de problemas, las investigaciones dirigidas, la elaboración de modelos o el TBL.	33,33	14,29	47,62	23,81	28,57	52,38
11	Al inicio de cada unidad didáctica muestro a los alumnos los objetivos de aprendizaje	19,05	28,57	47,62	33,33	19,04	52,38

	que deben conseguir y los criterios con los que se les va a evaluar.						
12	Aunque considero primordial partir de lo que sabe el alumno, tengo que dar por sabido ciertos conocimientos para poder acabar el temario.	19,05	28,57	47,62	14,28	38,09	52,38
13	Realizo actividades iniciales para tratar de detectar las ideas previas que están descritas en la literatura.	14,29	38,1	52,38	19,08	28,51	47,19
14	Modifico las programación inicial de la unidad didáctica para refutar las ideas previas que he detectado en los alumnos.	19,05	33,33	52,38	9,52	38,95	47,69
15	Considero que la finalidad primordial de la enseñanza de las Ciencias es proporcionar la base teórica necesaria para preparar a los alumnos para futuros estudios.	23,81	28,57	52,38	23,81	23,81	47,19
16	Me ciño al libro de texto para abordar el temario ya que aborda contenidos y procedimientos según la normativa.	14,29	38,1	52,38	28,57	19,04	47,69
17	Las TIC que utilizo en clase fomentan la participación activa, la autonomía y el trabajo cooperativo p.e blogs, wikis y/o gloster.	23,81	9,52	33,33	28,51	38,09	66,66
18	Utilizo clases magistrales (con el apoyo de la pizarra o de una presentación de PowerPoint) para abordar los contenidos conceptuales.	47,62	9,52	57,14	28,57	14,28	42,85
19	Considero el examen como el instrumento de evaluación imprescindible para valorar los aprendizajes.	19,05	14,29	33,33	19,04	47,61	66,66
20	Considero que, en general, los alumnos no aprenden la ciencia que se les enseña.	33,33	23,81	57,14	9,52	33,33	42,85
21	Me gustaría utilizar enfoques alternativos a la enseñanza tradicional pero la amplitud del temario que hay que abordar no me lo permite.	14,29	19,05	33,33	38,09	28,57	66,66
22	Me gustaría innovar más en las clases pero no tengo tiempo ni formación para ello.	14,289	38,1	52,38	23,81	23,81	47,61

A la luz de los resultados se puede afirmar que, aproximadamente la mitad de los profesores encuestados, con sus opiniones, señalan el uso de una metodología tradicional (en oposición a una visión constructivista) en la implementación de las clases de Ciencias, así, el cuestionario ha revelado en un porcentaje considerable (entre el 50 y 60%) que:

- No se utilizan actividades diversas.
- No se realizan actividades iniciales que permitan detectar si los alumnos tienen ideas que puedan ser obstáculos para aprendizajes posteriores y si se

hubiese detectado no se modificaría la programación inicial para tratar de eliminar estos errores.

- Uso del libro de texto como base fundamental y de la pizarra para dar las clases magistrales.
- Uso de las TIC para fortalecer la metodología tradicional.
- Finalidad errónea de la enseñanza de las ciencias en secundaria obligatoria.

Aunque este tipo de estudio exploratorio no nos permite establecer relaciones de causa (aun siendo conocidas las carencias) se sigue utilizando en nuestras aulas una metodología basada en la trasmisión y recepción de conceptos, las opiniones vertidas si señalan indicadores que revelan que, tal como dice Pozo y Gómez (2009), podrían ser que este profesorado se siente desbordado ante tanta demanda institucional (ítem 5), tiene falta de tiempo y/o formación (ítem 22) y/o se halla desmotivado porque piensa que el alumno no tiene interés alguno en la asignatura (ítems 1,2 y 3) o simplemente tiene una visión errónea de para qué tiene que servir la enseñanza de las ciencias en esta etapa (ciencia propedéutica) (ítem 15) para lo cual, y en contra de todas las tendencias actuales, el mejor método es la enseñanza tradicional.

Como dicen estos autores, parte de la responsabilidad de que el alumno esté desmotivado recae en cómo se le enseña, y si es de la forma tradicional puede hacer perder el interés de alumno en aprender ciencias lo que, en una especie de bucle, conduce a que el profesor termine enseñando de la misma forma que fue enseñado.

□ Medidas de tendencia central y de dispersión

En la Tabla 5 se muestran las medidas de tendencia central (media y mediana) de los resultados obtenidos en la encuesta del estudio piloto realizado, así como la desviación estándar de cada una de los ítems.

Tabla 5: Medidas de tendencia central de la encuesta realizada.

		Media	Mediana	Desviación estándar
1	Los alumnos muestran interés por los contenidos de la asignatura.	2,57	2	1,02
2	Considero que los alumnos tienen ganas de asistir a las clases de la asignatura.	2,23	2	0,99
3	Los alumnos no participan en las actividades que se realizan en las sesiones de la materia.	2,38	2	0,92
4	Considero que, en general, no hay gran variedad en el tipo de	2,47	2	1,12

	actividades que se desarrollan en las aulas.			
5	En general, el profesorado se halla desbordado ante tanta demanda educativa (alumnos diversos, nuevos métodos, asignaturas nuevas).	2,33	1	1,23
6	En general, el profesorado no tiene el interés suficiente ni ganas de preparar el material de la asignatura, manteniendo la programación de un año al siguiente.	2,71	4	1,18
7	Dispongo del tiempo necesario para desarrollar los contenidos y actividades de la materia de manera holgada.	2,38	1	1,20
8	No dispongo de los recursos materiales necesarios para desarrollar los contenidos y actividades de la materia.	2,47	1	1,20
9	Frecuentemente hago uso de metodologías participativas en el aula.	2,61	3	1,20
10	Utilizo de manera habitual metodologías alternativas como la resolución de problemas, las investigaciones dirigidas, la elaboración de modelos o el TBL.	2,47	1	1,25
11	Al inicio de cada unidad didáctica muestro a los alumnos los objetivos de aprendizaje que deben conseguir y los criterios con los que se les va a evaluar.	2,52	3	1,03
12	Aunque considero primordial partir de lo que sabe el alumno, tengo que dar por sabido ciertos conocimientos para poder acabar el temario.	2,71	4	1,18
13	Realizo actividades iniciales para tratar de detectar las ideas previas que están descritas en la literatura.	2,62	2	1,07
14	Modifico las programación inicial de la unidad didáctica para refutar las ideas previas que he detectado en los alumnos.	2,66	4	1,19
15	Considero que la finalidad primordial de la enseñanza de las Ciencias es proporcionar la base teórica necesaria para preparar a los alumnos para futuros estudios.	2,47	2	1,12
16	Me ciño al libro de texto para abordar el temario ya que aborda contenidos y procedimientos según la normativa.	2,52	2	0,98
17	Las TIC que utilizo en clase fomentan la participación activa, la autonomía y el trabajo cooperativo p.e blogs, wikis y/o gloster.	2,81	4	1,20
18	Utilizo clases magistrales (con el apoyo de la pizarra o de una presentación de PowerPoint) para abordar los contenidos conceptuales.	2,09	1	1,17
19	Considero el examen como el instrumento de evaluación imprescindible para valorar los aprendizajes.	2,95	4	1,20
20	Considero que, en general, los alumnos no aprenden la ciencia que se les enseña.	2,42	4	1,28
21	Me gustaría utilizar enfoques alternativos a la enseñanza tradicional pero la amplitud del temario que hay que abordar no me lo permite.	2,81	3	1,03
22	Me gustaría innovar más en las clases pero no tengo tiempo ni formación para ello.	2,14	1	1,06

Llama mucho la atención que la media de todos los ítems se encuentra entre el 2 y 3, lo que indica que no hay una demarcación general de los encuestados que delimite una línea o postura clara. Por esta razón, el estudio de las medianas será más aclaratorio.

La mayor parte de los docentes han respondido con la peor puntuación a lo relacionado con el tiempo (preguntas 7 y 22), los recursos (pregunta 8) y la

formación de que disponen (preguntas 5 y 22) para llevar a cabo metodologías alternativas en las aulas.

Por contrapartida, las mejores valoraciones han sido para las preguntas referidas a la motivación del profesorado (pregunta 6), basarse en los conocimientos de los alumnos para orientar la labor docente (preguntas 12, 14), el uso de las TIC en la escuela (pregunta 17) y la constatación del aprendizaje de la ciencia por parte de los alumnos (pregunta 20).

□ Resultados globales por subdimensiones

En la figura 9 se han representado los resultados según las subdimensiones seleccionadas. Si se considera una línea imaginaria que divide los resultados entre valores positivos y negativos se observa que en lo referente a la metodología tradicional que la media se encuentra un poco por debajo de la media, mientras que el constructivismo y la evaluación superan por poco esa media.

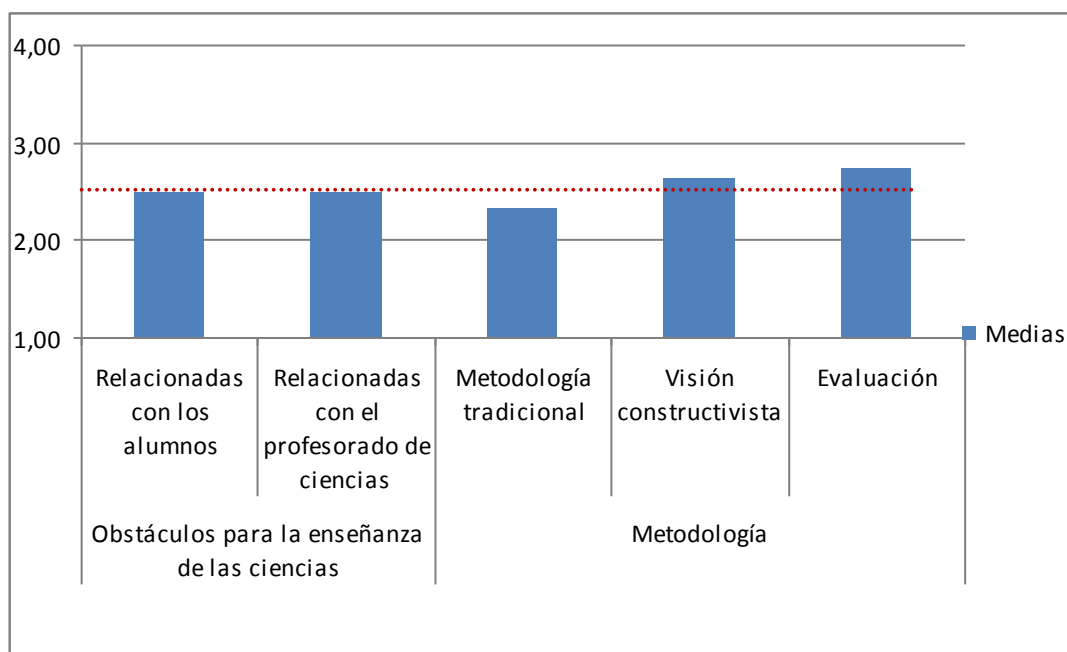


Figura 9. Representación de los resultados obtenidos según las subdimensiones. Elaboración propia.

□ Resultados globales según las materias impartidas

Si se representan los resultados del cuestionario agrupado según las subdimensiones diferenciando entre los profesores que imparten Biología y Geología y los profesores que imparten otras asignaturas (figura 10) se observa que en el caso de los primeros,

se tiende más a emplear metodologías tradicionales mientras que en relación a la evaluación los resultados son más favorables entre los profesores de Biología-Geología, es decir diversifican los instrumentos de evaluación.

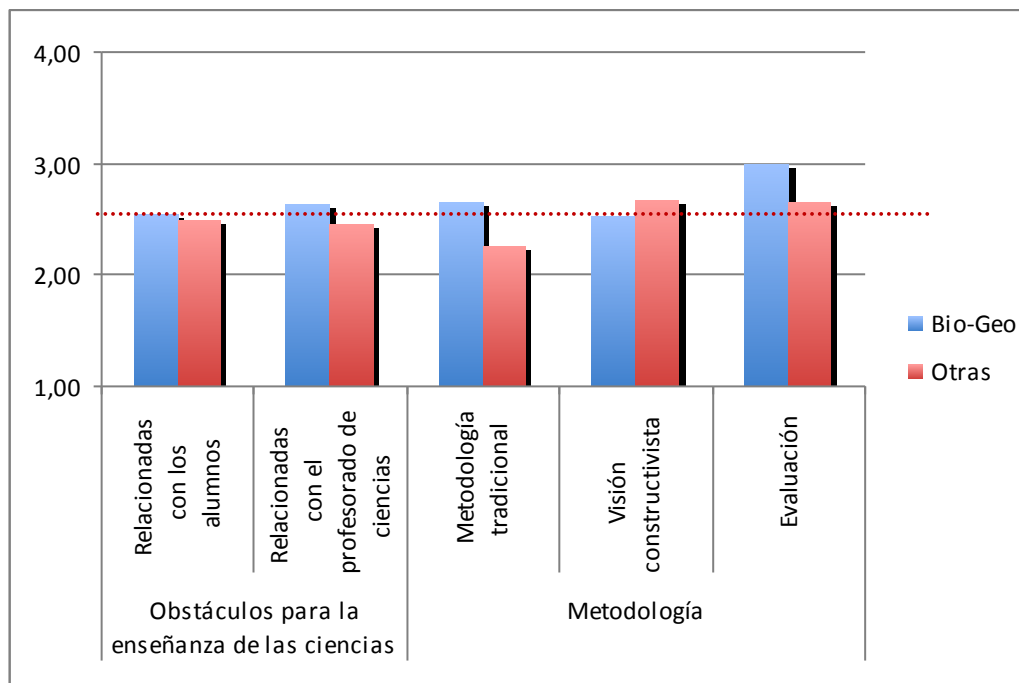


Figura 10. Representación de los resultados obtenidos según las subdimensiones en función de las áreas a las que pertenecen las asignaturas impartidas por los profesores. Elaboración propia.

□ Resultados globales según los niveles impartidos

Se han representado los resultados en función de los niveles educativos (figura 11) en los que imparten clase los profesores encuestados, de acuerdo a tres grupos: 1º y 2º ESO, 3º y 4º de ESO y por último ambos cursos de bachillerato. Se puede observar que en el caso del primer grupo, lo característico son los obstáculos relacionados con el profesorado, mientras que en el segundo ciclo de la ESO lo son los relacionados con los alumnos. Por último, en el caso de bachillerato, llama la atención el despunte de los ítems relacionados con la evaluación.

Por último, destaca, que la metodología tradicional sigue todavía vigente en nuestras aulas y a todos los niveles y aunque se combina con aspectos constructivistas es necesario un cambio en el rol del docente tal como afirma Pozo y Gómez (2009) si se quiere mejorar el aprendizaje de las ciencias y el interés de los alumnos por esta

disciplina.

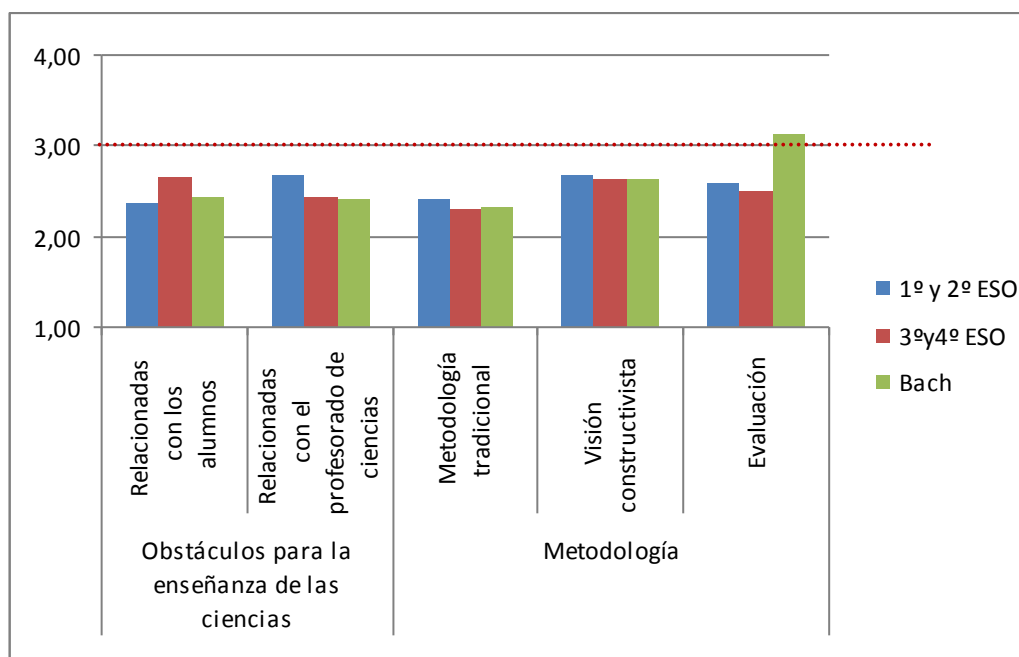


Figura 11. Representación de los resultados obtenidos según las subdimensiones en función de los niveles educativos en los que imparten clase los profesores. Elaboración propia.

□ Resultados globales según la experiencia docente del profesorado

En la figura 12 se puede observar la síntesis de los resultados en función de los años de experiencia docente de los profesores. Para ello se han hecho cuatro grupos: 5 años o menos, de 6 a 10 años, de 11 a 20 años y 21 años o más. Llama la atención, al contrario de lo que cabría esperar, cómo los profesores con una experiencia entre 11 y 20 años han puntuado de manera más negativa el uso de la metodología tradicional y los obstáculos relacionados con los alumnos, mientras que aquellos que llevan menos de 6 años impartiendo clases destacan por la alta media de la visión constructivista.

En definitiva, los profesores continúan con el arraigo de la metodología tradicional aunque con rasgos constructivistas siendo en general la tendencia de los profesores más veteranos más positiva en todas las subdimensiones.

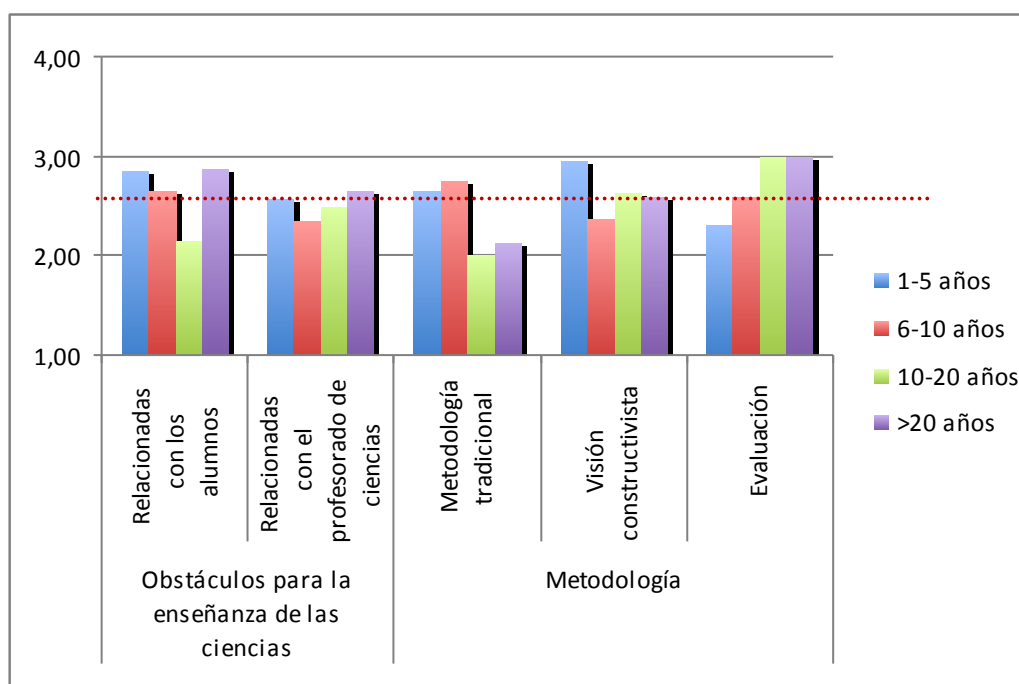


Figura 12. Representación de los resultados obtenidos según las subdimensiones en función de los niveles educativos en los que imparten clase los profesores. Elaboración propia.

□ Limitaciones y reflexión general

Se trata de un estudio piloto, en la que la muestra de estudio ha sido muy pequeña, por lo que los resultados solo sirven a nivel exploratorio. No obstante, a modo de conclusión, se pueden remarcar las líneas generales del estudio, así como sus resultados.

En lo que se refiere a las disposiciones de los alumnos, se observa una ligera tendencia a dar puntuaciones bajas, lo que puede indicar que los docentes aprecian que sus alumnos no tienen mucha motivación e interés por las materias escolares.

En segundo lugar, en lo que respecta a las disposiciones de los profesores se observa una ligera tendencia a las puntuaciones altas, lo que puede estar hablando de que los docentes quieren innovar, cambiar, adaptarse a los nuevos tiempos y a los nuevos alumnos.

Por último, sobre la metodología, la tendencia es más uniforme a las puntuaciones medias, lo que refleja que en la realidad no hay gran cambio en las aulas respecto a hace años, aparentemente por falta de tiempo y por la obligación de cumplir con unos temarios dados.

6. Propuesta didáctica

Tras la revisión bibliográfica, el marco teórico y el estudio piloto realizado, se presenta a continuación una propuesta didáctica para implementar en 4º de E.S.O. con la que se pretende plantear una alternativa a la educación tradicional utilizando técnicas de aprendizaje basado en el pensamiento.

La unidad didáctica a la que hace referencia es la herencia genética, queriendo ser una base para la explicación de las leyes de Mendel así como la ingeniería genética.

En la tabla 6 se muestran los contenidos, los criterios de evaluación y la contribución a la adquisición de las competencias básicas que se pueden lograr a través de esta propuesta didáctica según el Real Decreto de Enseñanzas mínimas de Educación Secundaria Obligatoria 1631/2006.

Tabla 6. Contenidos, criterios de evaluación y contribución a la adquisición de las competencias básicas de la propuesta didáctica.

Biología y Geología 4º E.S.O.	
Contenidos	Bloque 3: la evolución de la vida.
	+ La herencia y la transmisión de los caracteres: + Genética humana. La herencia del sexo. La herencia ligada al sexo. Estudio de algunas enfermedades hereditarias.
Criterios de evaluación	Aplicar los conocimientos adquiridos en investigar la transmisión de determinados caracteres en nuestra especie. Conocer que los genes están constituidos por ADN y ubicados en los cromosomas, interpretar el papel de la diversidad genética (intraespecífica e interespecífica) y las mutaciones a partir del concepto de gen (...).
Competencias básicas	+ Competencia en comunicación lingüística. + Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. + Competencia social y ciudadana. + Competencia para aprender a aprender. + Autonomía e iniciativa personal.

Se presentan a continuación las actividades en el orden cronológico en que se desarrollarían para llevar a cabo esta unidad.

- **ACTIVIDAD n^o1:** comprobación del estado del aprendizaje de los alumnos.

Esta actividad tiene como objetivo para el docente, conocer el grado de aprendizaje previo que tienen los alumnos, así como los posibles preconceptos erróneos que pueden tener. Se pretende que los alumnos manifiesten lo que saben sobre la materia que van a trabajar para que el profesor pueda orientar su labor.

Esto se realizará por medio de una prueba escrita de carácter general (Anexo 2) para identificar las deficiencias conceptuales, así como de una sesión participativa con los alumnos, donde el profesor buscará, con sus preguntas, conocer el grado de dominio de los procedimientos y actitudes relacionados con la materia y posibles ideas previas que puedan entorpecer la adquisición de nuevos aprendizajes.

Esta actividad se desarrollará en una sesión de 50 minutos, dedicando 15 minutos a la prueba escrita y 30 a las preguntas del profesor.

Para esta actividad, los alumnos permanecerán de manera individual ya que lo que se busca es conocer lo que los alumnos saben en particular, no en grupos, ya que en ese caso, las carencias de uno podrían ser suplidas por otro.

Las correcciones de las pruebas, así como las intervenciones de los alumnos, serán tenidas en cuenta por el profesor para compararlo al final del proceso. Los conocimientos previos de los alumnos no formarán parte de la evaluación final de la unidad.

A continuación se presenta un resumen de la actividad diseñada (tabla 7).

Tabla 7. Síntesis de la actividad n^o1.

ACTIVIDAD 1			Detección de conocimientos previos mediante prueba individual y brainstorming		
OBJETIVOS					
CONCEPTUALES		PROCEDIMENTALES		ACTITUDINALES	
-Identificar los conocimientos anteriores -Distinguir los errores conceptuales		-Rellenar un cuestionario		-Valorar la importancia del autoconocimiento -Participar de forma activa	
COMPETENCIAS BÁSICAS (Ordenadas según intensidad de trabajo sobre las mismas)					
3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. (Recordatorio de términos asociados a los contenidos curriculares) 5. Competencia social y ciudadana. (Trabajo cooperativo) 7. Competencia para aprender a aprender. (Análisis de conocimientos propios) 1. Competencia en comunicación lingüística. (Reflexión escrita)					
ENFOQUE DE LA ENSEÑANZA				AGRUPAMIENTO	
Constructivismo y metacognición				Individual y de gran grupo	

RECURSOS DIDACTICOS
Cuestionario de detección de ideas previas.
EVALUACION
Las correcciones son orientativas y no influyen en la evaluación de la unidad.

- **ACTIVIDAD nº2:** base teórica para la unidad.

La genética, al igual que todas las ramas de la ciencia, cuenta con un vocabulario propio que en ocasiones su significado difiere con el utilizado en la vida corriente, por ello es necesario aclarar el significado de estos términos, así como su uso en la genética.

Los objetivos de esta actividad son establecer las bases teóricas para poder desarrollar la unidad y se hará por equipos de trabajo de 3 personas preestablecidos por el profesor.

A cada equipo se les asignarán una serie de términos que deberán definir. Por medio del envío al correo electrónico, los alumnos de cada grupo recibirán varios enlaces web de forma que tengan que investigar el significado de cada uno de los términos. Este trabajo lo harán fuera del tiempo escolar.

En una sesión en el aula, un miembro de cada grupo explicará al gran grupo el significado de cada término, de manera que finalmente se haya elaborado un glosario terminológico común. Durante esta sesión el profesor se asegurará de que los alumnos no cometan errores conceptuales que puedan crear confusión a los compañeros.

Al igual que antes, el glosario completo se difundirá entre los alumnos por medio del correo electrónico.

Para evaluar esta actividad se tendrán en cuenta los siguientes indicadores que serán consignados en el diario del profesor.

- + Conocimiento conceptual de los términos explicados.
- + Uso de registro científico.
- + Trabajo de todos los integrantes del grupo.
- + Capacidad de resolución de dudas de los compañeros en la explicación.

A continuación se presenta un resumen de la actividad diseñada (tabla 8).

Tabla 8. Síntesis de la actividad nº2

ACTIVIDAD 2	Elaboración de un glosario terminológico	
OBJETIVOS		
CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
-Definir términos -Establecer relaciones	-Redactar con registro científico	-Adquirir objetividad -Participar de forma activa
COMPETENCIAS BÁSICAS (Ordenadas según intensidad de trabajo sobre las mismas)		
4. Tratamiento de la información y competencia digital. (Búsqueda de información)		
3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.(Definición de los términos principales)		
1. Competencia en comunicación lingüística. (Registro científico y exposición oral)		
8. Autonomía e iniciativa personal. (Trabajo en casa)		
5. Competencia social y ciudadana. (Trabajo en equipo)		
ENFOQUE DE LA ENSEÑANZA		AGRUPAMIENTO
Constructivismo		Pequeños grupos
RECURSOS DIDACTICOS		
Páginas web de interés científico.		
EVALUACION		
Se valorará el conocimiento de los conceptos, el uso de lenguaje técnico, la capacidad de resolución de dudas entre compañeros y el trabajo de todos los miembros para la consecución del fin establecido.		

□ **ACTIVIDAD nº3:** principales tipos de ADN.

El objetivo de esta actividad es que los alumnos comprendan las diferencias entre el ADN del núcleo celular y el mitocondrial, para ello deberán estudiar lo siguiente:

- + Localización.
- + Tamaño.
- + Bases nitrogenadas que lo componen.
- + Cadena complementaria.
- + Capacidad de sufrir mutaciones.
- + Origen (genético).

Para ello, trabajarán en los mismos grupos de 3 personas que se establecieron para la actividad nº2. En este caso, cada alumno tendrá un rol diferente:

- + Coordinador: deberá aunar los trabajos realizados por los 3 miembros, así como distribuir las tareas de trabajo.
- + Escritor: se encargará de poner por escrito todas las conclusiones y rellenar los documentos entregados por el profesor.
- + Locutor: explicar al gran grupo los resultados obtenidos.

Antes de comenzar, el profesor guía a los grupos en su conjunto por medio de un interrogatorio para que estos piensen sobre el mejor modo de proceder para estudiar las semejanzas y diferencias entre estos dos tipos de ADN.

Terminado el interrogatorio, y habiendo llegado a un consenso, se escriben las preguntas que habría que formularse para hacerlo con destreza. En realidad el profesor tiene predefinidas estas preguntas, aunque puede modificarlas en función de las respuestas de los alumnos (anexo 3). En este punto se establece la ruta de pensamiento que se utilizará en adelante.

Una vez pensado cómo estudiar estas semejanzas y diferencias, el profesor entregará una copia por equipo de un documento en el que se explica todas las características de cada tipo de ADN así como más información que hace de distractor. Este documento está dividido en tres hojas, de forma que cada integrante del grupo lee una de ellas. De esta manera el trabajo de todos es necesario para lograr la comprensión del problema.

Guiándose con las preguntas iniciales, el profesor entrega a cada grupo un **organizador gráfico** (anexo 4) para que los alumnos vayan desarrollando el proceso que se ha establecido anteriormente.

Aunque todos los miembros del grupo participan de la actividad, será el escritor quién escriba sobre este organizador gráfico las ideas que vayan surgiendo. Durante este proceso, el profesor va guiando a los alumnos, explicándoles cómo desarrollar el ejercicio y explicando el significado de cada parte del organizador.

Cada vez que se termina un paso en la redacción del organizador, se hace una puesta en común, donde los locutores lo expresan en público, de forma que después de ello, cada grupo puede reelaborar sus organizadores, completándolos o retirando alguna cosa.

Cuando se haya terminado, el coordinador debe aunar las ideas manifestadas en el proceso para que el escritor haga una producción escrita con las diferencias y semejanzas, para que el locutor pueda exponerlo al conjunto de la clase.

Aunque muchas veces el resultado de los diferentes grupos sea el mismo, la importancia de la actividad está en que cada grupo sea autónomo y trabajen en equipo para lograr el objetivo.

La evaluación de esta actividad se hará de acuerdo a los siguientes indicadores:

- + Precisión conceptual del resultado.
- + Adecuación al proceso establecido al comienzo de la actividad.
- + Observación del profesor del trabajo de cada uno de los integrantes del grupo.

A continuación se presenta un resumen de la actividad diseñada (tabla 9).

Tabla 9. Síntesis de la actividad nº3.

ACTIVIDAD 3		
Compara y contrasta los diferentes tipos de ADN		
OBJETIVOS		
CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
-Identificar las características del ADN	-Desarrollar el organizador gráfico -Adoptar el rol	-Valorar la importancia del trabajo en equipo -Establecer pautas para desarrollar una tarea
COMPETENCIAS BÁSICAS (Ordenadas según intensidad de trabajo sobre las mismas)		
3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. (Contenido curricular)		
7. Competencia para aprender a aprender. (Selección de la información pertinente)		
1. Competencia en comunicación lingüística. (Redacción del organizador gráfico)		
5. Competencia social y ciudadana. (Trabajo cooperativo y diferencias interpersonales)		
ENFOQUE DE LA ENSEÑANZA		AGRUPAMIENTO
Aprendizaje basado en el pensamiento		Pequeños grupos
RECURSOS DIDACTICOS		
Documento informativo. Organizador gráfico para comparar y contrastar.		
EVALUACION		
Se valorará la precisión conceptual, así como la adecuación de los alumnos al proceso fijado. También se tendrá en cuenta el trabajo personal de acuerdo a las observaciones del profesor.		

□ **ACTIVIDAD nº4:** tipos de herencias.

Con esta actividad se pretende que los alumno comprendan y apliquen los diferentes tipos de herencia que se conocen, tanto la mendeliana, la intermedia como la codominante.

Para asentar la base teórica, se ha dado a cada alumno un cuestionario con las preguntas más importantes a cerca de cada tipo de herencia y se han proyectado varios videos que contienen la información necesaria para responder a dichas preguntas.

Una vez respondidas las preguntas, se harán tres grupos de trabajo, de manera que cada uno deberá preparar una presentación oral en clase con ayuda de una presentación en la PDI para explicar al resto de compañeros el tipo de herencia que se les haya asignado.

Con los conocimientos conceptuales afianzados, se formarán grupos de tres alumnos, diferentes de los anteriores, para esta actividad.

A cada grupo se les entregará un supuesto práctico diferente, sobre el que deberán elaborar una explicación causal del tipo de herencia que ha generado dicho caso. Estos supuestos se referirán tanto a la herencia de caracteres genéticos como a enfermedades hereditarias.

El proceso en el aula es similar a la actividad anterior. Se establece con ellos un proceso mental adecuado para lograr el objetivo y se escribe a la vista de todos (anexo 5), tras lo cual se les entrega un organizador gráfico (anexo 6) para que pongan por escrito todo el proceso de pensamiento que han llevado a cabo. Finalmente deberán redactar un breve informe sobre las causas que explicarían su caso, así como la justificación del mismo, para ser defendido en público.

La diferencia con la actividad anterior, es que en este caso, los demás grupos deberán hacer de abogado acusador y tratar de refutar los fundamentos defendidos por el grupo. Con esto se logran dos objetivos. Por una parte el grupo que defiende su caso deberá dominar la materia para enfrentarse con argumentos a los demás y los grupos que atienden a la exposición deberán seguir el hilo de la explicación y buscar los resquicios del ponente para tratar de corregirle en caso de equivocarse.

En ambos casos, los alumnos han trabajado para adquirir unos conocimientos que aplican a casos prácticos reales de la vida corriente.

La evaluación de esta actividad tiene tres partes: el trabajo personal, la preparación del caso y la refutación de los casos de los compañeros.

El trabajo personal se evaluará por el cuestionario realizado con el visionado de los vídeos, el trabajo en equipo se hará de la misma manera que la actividad anterior y los comentarios a las ponencias de los compañeros, por medio de los siguientes indicadores:

- + Formulación de preguntas coherentes y de contenido.
- + Claridad a la hora de plantear las enmiendas.
- + Argumentación en contra de la exposición de los compañeros.

A continuación se presenta un resumen de la actividad diseñada (tabla 10)

Tabla 10. Síntesis de la actividad n°4

ACTIVIDAD 4	Causas y consecuencias de cada tipo de herencia	
OBJETIVOS		
CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
-Describir los tipos de herencia y sus manifestaciones	-Desarrollar el organizador gráfico -Adoptar el rol	-Valorar la importancia del trabajo en equipo -Establecer pautas para desarrollar una tarea
COMPETENCIAS BÁSICAS (Ordenadas según intensidad de trabajo sobre las mismas)		
3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. (Contenido curricular) 7. Competencia para aprender a aprender. (Selección de la información pertinente) 1. Competencia en comunicación lingüística. (Redacción del organizador gráfico) 5. Competencia social y ciudadana. (Trabajo cooperativo y diferencias interpersonales)		
ENFOQUE DE LA ENSEÑANZA		AGRUPAMIENTO
Aprendizaje basado en el pensamiento		Pequeños grupos
RECURSOS DIDACTICOS		
Cuestionario. Video de contenido científico. Supuestos prácticos. Organizador gráfico para hallar la explicación causal de un fenómeno.		
EVALUACION		
Se valorarán los siguientes aspectos: coherencia a la hora de formular preguntas, claridad a la hora de plantear enmiendas y el modo de argumentar las ideas en contra de las de los compañeros.		

□ **ACTIVIDAD n°5:** metacognición.

Una vez terminados los contenidos de la unidad, es hora de estudiar el proceso seguido en cada paso (actividad) para explicitarlos y estudiar posibles maneras de mejorarlo a la hora de aplicarlo en casos futuros.

Lo primero que hará el profesor es intentar que los alumnos manifiesten el proceso mental que han seguido para llegar a las conclusiones obtenidas en cada tarea, para ello el profesor recordará las actividades realizadas y en cada una tratará que los alumnos expliquen cada una de las preguntas que se han formulado en el proceso.

Una vez recordadas las preguntas, es hora de hacer que entre todos piensen maneras por medio de las cuales las estrategias utilizadas sean aplicadas con mayor eficacia en ocasiones venideras, por ejemplo, cambiando alguna parte de alguna pregunta, o añadiendo alguna cuestión o similar.

Habitualmente, durante el proceso verán ocasiones de mejora. Este es el momento de comentarlas y ponerlas por escrito para utilizarlo en el futuro.

Dada la dificultad de esta actividad para los alumnos de E.S.O. la relación de esto con la evaluación será por medio de la adición. Aquellos alumnos que aporten ideas de mejora y sean capaces de justificarlas obtendrán una puntuación adicional sobre la calificación de la unidad. En el caso de que la idea termine por ser descartada, pero haya sido argumentada y defendida correctamente, también se podrá obtener esta calificación.

A continuación se presenta un resumen de la actividad diseñada (tabla 11).

Tabla 11. Síntesis de la actividad nº5

ACTIVIDAD 5	Metacognición	
OBJETIVOS		
CONCEPTUALES	PROCEDIMENTALES	ACTITUDINALES
-Reflexionar acerca del aprendizaje logrado	-Hacer patente un proceso	-Reflexión sobre el proceso -Análisis de lo realizado
COMPETENCIAS BÁSICAS (Ordenadas según intensidad de trabajo sobre las mismas)		
7. Competencia para aprender a aprender. (Metacognición)		
5. Competencia social y ciudadana. (Trabajo cooperativo)		
ENFOQUE DE LA ENSEÑANZA		AGRUPAMIENTO
Metacognición		Gran grupo
EVALUACION		
Puntuación adicional para aquellos alumnos que sean capaces de aportar ideas objetivamente útiles.		

7. Conclusiones

Tras la síntesis de la bibliografía consultada se considera que:

1. La aplicación del paradigma constructivista en las Ciencias pasa por lograr armonizar en el aula las actitudes, los sentimientos, el interés y la motivación de los alumnos con los valores, sin dejar de lado los aprendizajes tanto conceptuales, procedimentales como actitudinales.
2. Como alternativas a la metodología tradicional existen una serie de enfoques docentes que pueden ser puestos en práctica en el aula, de manera que la conjunción de estos estimule el aprendizaje de los alumnos y lo haga efectivo, como son el aprendizaje por descubrimiento, el conflicto cognitivo y el consecuente cambio conceptual, las investigaciones dirigidas, la elaboración de modelos, o el aprendizaje basado en el pensamiento.
3. Las técnicas de TBL contribuyen en gran medida a la consecución de los objetivos del paradigma constructivista en la ciencias experimentales.

Tras la realización del estudio exploratorio con una muestra incidental de profesores de la ESO se considera que:

- la mayoría de la muestra considera que el alumnado no se interesa por las ciencias, es poco participativo y no aprende lo que se le enseña
- en relación a la metodología, se observa como el método tradicional sigue aún vigente en las aulas de ciencias aunque se combina con enfoques más participativos y el uso de recursos TICs centrados en el alumno.
- Esta tendencia, se ha encontrado en todos los profesores, independientemente de las materias impartidas, el nivel o la experiencia docente aunque son los profesores de Biología y Geología y noveles los que han afirmando utilizar aspectos tradicionales en su práctica usual de forma más recurrente que el conjunto de profesores de otras materias y con más experiencia docente.

8. Líneas de investigación futuras

En base a los resultados obtenidos se considera interesante complementar el estudio con investigaciones futuras en los siguientes aspectos:

- Completar el estudio piloto con una muestra de profesores mayor para tratar de profundizar en aquellos aspectos que conduce a un profesorado novel a adquirir hábitos con tintes tradicionales
- Implementar la propuesta didáctica en dos grupos diferentes, uno de control y otro experimental para verificar o rechazar que el TBL es una técnica adecuada para lograr los objetivos y como consecuencia favorecer el aprendizaje significativo.
- Analizar el papel de la formación permanente del profesorado en el sistema educativo actual.
- Indagar en la efectividad en el aprendizaje de las diversas metodologías.

9. Bibliografía

9.1 Referencias bibliográficas

Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencia? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179-192.

Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 155-169.

Del Pozo, M. (2011). Aprendizaje inteligente. Educación secundaria en el Colegio Montserrat. Badalona: Tekmanbooks.

Driver, R. (1988). El enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 109-120.

Flores, S. A., Hernández, G. y Sánchez, G. (1996). Ideas previas de los estudiantes. Una experiencia en el aula. *Educación química*, 7 (3), 142-144.

Lara Guerrero, J. (1997). Estrategias para un aprendizaje significativo-constructivista. *Enseñanza*, 15, 29-50.

Justi, R. (2006). La enseñanza de Ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (2), 173-184.

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de *Educación*. Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006, 17158-17207.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. New York: *Archives of psychology*.

Marín Martínez, N., Solano Martínez, I. y Jiménez Gómez, E. (1999). Tirando del hilo de la madeja constructivista. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 479-492.

Mazarío Triana, I. y Mazarío Triana, A. C. (s.f) El constructivismo: paradigma de la escuela contemporánea. [Monografía] Universidad de Matanzas: “Camilo Cienfuegos”. Cuba.

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2013). Boletín de educación educaine, 21. Recuperado de:

<http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/boletin21pisa2012.pdf?documentId=0901e72b8178650b>

Novak, J. D. (2000). Constructivismo humano: un consenso emergente. *Escuela pedagógica universal*, 1, 175-195.

Oliva Martínez, J. M. y Acevedo Díaz, J. A. (2005). La enseñanza de las Ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 241-250.

Orden ECI/3858/2007, de 27 de diciembre. Boletín Oficial del Estado, 312, de 29 de diciembre de 2007, 53751-53753.

Ordóñez, C. L. (2004). Pensar pedagógicamente desde el constructivismo. *Revista de estudios sociales*, 19, 7-12.

Poyton, T. A. (2007). EZAnalyze (Versión 3.0) [Computer software and manual] www.ezanalyze.com

Pozo, J.I. y Gómez, M.A. (2009). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Sexta edición. Madrid: Ediciones Morata S.L.

Pozo, J. I. (1997). *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Madrid: Ediciones Morata.

Rodríguez Arocho, W. C. (1999). El legado de Vygotski y de Piaget a la educación. *Revista latinoamericana de psicología*, 31 (3), 477-489.

Swartz, R. (2008). Infusing explicit instruction in critical thinking skills into secondary school history. Recuperado de <http://www.nctt.net/lessons/ArgumentArticle.pdf>

Swartz, R. J., Costa, A. L., Beyer, B. K., Reagan, R. y Kallick, B. (2008). *El aprendizaje basado en el pensamiento. Cómo desarrollar en los alumnos las competencias del siglo XXI*. Madrid: SM.

Tovar-Gálvez, J. C. (2008). Modelo metacognitivo como integrador de estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las Ciencias, y su relación con las competencias. *Revista iberoamericana de educación*, 46 (7), 1-9.

9.2 Bibliografía complementaria

Ausubel, N. & Novak, D. & Hanesian (1983) *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.

Barrón, A. (1993). Aprendizaje por descubrimiento: principios y aplicaciones inadecuadas. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, 3-11.

Banet, E. (2000). Capítulo 19: La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento biológico. En Perales Palacios, F. J. Y Cañal de León, P., *Didáctica de las Ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las Ciencias*. (pp. 449-478). Alcoy: Marfil.

Goodrich, H. (2000). Using rubrics to promote thinking and learning. *Educational leadership*, 57 (5), 13-18.

Matthews, M. R. (1994). Vino viejo en botellas nuevas: un problema con la epistemología constructivista. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (1), 79-88.

Mellado Jiménez, V. (1996) Concepciones y prácticas de aula de profesores de Ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 289-302.

Mellado Jiménez, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de Ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos?. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 40, 17-30.

Pegalajar, M. y López, R. (1999). Actuaciones del profesorado para la construcción del conocimiento durante los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula. *Revista de investigación educativa*, 17 (1), 187-213.

10. Anexos

Anexo I: Cuestionario utilizado para la recogida de datos.

Estimado/a profesor/a:

Antes de nada, gracias por participar en este estudio piloto sobre las opiniones y la metodología que utilizas en el aula. Como ya sabrás, esto forma parte de un Trabajo Fin de Máster sobre la metodología de Ciencias.

Te pedimos por favor que contestes a todas las cuestiones del formulario según estés de acuerdo o no con la afirmación planteada, guiándote por la siguiente leyenda:

- 1.- Totalmente en desacuerdo.
- 2.- En desacuerdo.
- 3.- De acuerdo.
- 4.- Totalmente de acuerdo.

Pero antes de empezar, necesitamos saber un poco sobre ti:

1. Ciudad en la que vives.
2. Materias/asignaturas que impartes.
3. Cursos en los que impartes clase.
4. Años que tienes de experiencia en la educación.
5. Años que llevas trabajando en el colegio en el que te encuentras ahora.

Cuestiones:

1. Los alumnos muestran interés por los contenidos de la asignatura.
2. Considero que los alumnos tienen ganas de asistir a las clases de la asignatura.
3. Los alumnos no participan en las actividades que se realizan en las sesiones de la materia.
4. Considero que, en general, no hay gran variedad en el tipo de actividades que se desarrollan en las aulas.
5. En general, el profesorado se halla desbordado ante tanta demanda educativa (alumnos diversos, nuevos métodos, asignaturas nuevas).
6. En general, el profesorado no tiene el interés suficiente ni ganas de preparar el material de la asignatura, manteniendo la programación de un año al siguiente.
7. Dispongo del tiempo necesario para desarrollar los contenidos y actividades de la materia de manera holgada.

8. No dispongo de los recursos materiales necesarios para desarrollar los contenidos y actividades de la materia.
9. Frecuentemente hago uso de metodologías participativas en el aula.
10. Utilizo de manera habitual metodologías alternativas como la resolución de problemas, las investigaciones dirigidas, la elaboración de modelos o el TBL.
11. Al inicio de cada unidad didáctica muestro a los alumnos los objetivos de aprendizaje que deben conseguir y los criterios con los que se les va a evaluar.
12. Aunque considero primordial partir de lo que sabe el alumno, tengo que dar por sabido ciertos conocimientos para poder acabar el temario.
13. Realizo actividades iniciales para tratar de detectar las ideas previas que están descritas en la literatura.
14. Modifico la programación inicial de la unidad didáctica para refutar las ideas previas que he detectado en los alumnos.
15. Considero que la finalidad primordial de la enseñanza de las Ciencias es proporcionar la base teórica necesaria para preparar a los alumnos para futuros estudios.
16. Me ciño al libro de texto para abordar el temario ya que aborda contenidos y procedimientos según la normativa.
17. Las TIC que utilizo en clase fomentan la participación activa, la autonomía y el trabajo cooperativo p.e blogs, wikis y/o glosarios.
18. Utilizo clases magistrales (con el apoyo de la pizarra o de una presentación de PowerPoint) para abordar los contenidos conceptuales.
19. Considero el examen como el instrumento de evaluación imprescindible para valorar los aprendizajes.
20. Considero que, en general, los alumnos no aprenden la ciencia que se les enseña.
21. Me gustaría utilizar enfoques alternativos a la enseñanza tradicional pero la amplitud del temario que hay que abordar no me lo permite.
22. Me gustaría innovar más en las clases pero no tengo tiempo ni formación para ello.

Anexo II: Evaluación de los conocimientos previos.

1.- Explica todas las diferencias y semejanzas entre los siguientes pares de conceptos:

- (a) Carácter dominante y carácter recesivo.
- (b) Homocigótico y heterocigótico.
- (c) Antígeno y anticuerpo.
- (d) Portador y heterocigótico.

2.- Indica a qué ley de Mendel corresponde cada enunciado.

Las posibles soluciones son: *Combinación independiente, uniformidad, segregación o ninguna de las anteriores.*

- (a) Cruzando dos variedades puras que difieren un carácter, toda la descendencia será híbrida con fenotipo dominante.
- (b) En la F1 aparecen nuevos fenotipos diferentes de las razas puras.
- (c) En la F1 debemos fecundar las razas puras entre sí para obtener una descendencia homogénea.
- (d) Estudiando dos o más caracteres se observan todos los genotipos y fenotipos posibles.
- (e) Estudiando dos o más caracteres ya no se pueden volver a obtener razas puras.
- (f) Estudiando dos o más caracteres se observa que estos se transmiten de manera independiente entre sí.
- (g) Por medio del cruce de las razas puras obtenemos exclusivamente los genotipos dominantes.

Anexo III: Ruta de pensamiento para comparar y contrastar.

1. ¿Qué tienen en común?
2. ¿Sobre las diferencias, qué aspectos vamos a comparar en la actividad?
3. ¿Cómo son cada uno de los elementos estudiados para esos aspectos?
4. ¿Cuál es la importancia, en cada caso, de los elementos diferenciadores?
5. Elabora una conclusión a partir de los puntos en común y los que difieren.

Anexo V: Ruta de pensamiento para explicación causal.

1. De las posibles opciones, ¿cuál se cree que es la que explica el caso?
2. ¿Qué pruebas se podrían buscar para defender esta opción?
3. ¿Tenemos pruebas reales de cada una de ellas? ¿Son relevantes?
4. ¿Qué probabilidad hay de que la opción elegida sea la causa del caso?

Anexo VI: Organizador gráfico para explicación causal.

