



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de Máster

Estudio sobre las ideas previas de ciencias en el alumnado de secundaria y actitud de los docentes frente a ellas.

Presentado por: Carmen Berlanas Vicente
Línea de investigación: 1.1.8 Métodos pedagógicos
Director/a: Lourdes Jiménez Taracido

Ciudad: Logroño

Fecha: Diciembre 2014

Resumen

Las ideas previas son un factor limitante para la adquisición de nuevos conocimientos de acuerdo con el paradigma constructivista. Se consideran un obstáculo para el aprendizaje de las ciencias, por ello es necesario que los docentes conozcan sus características y les otorguen la importancia que adquieren durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para indagar en esta cuestión se ha llevado a cabo un estudio cuantitativo en una muestra de docentes. Entre los resultados hallados, se ha reportado que los docentes no las consideran la limitación que realmente son por falta de una formación adecuada. Por otro lado, para constatar que esa dificultad existe se ha sometido a una muestra de alumnos de secundaria a una prueba objetiva. Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con los resultados esperados de acuerdo con la revisión bibliográfica realizada. En función de esos resultados, se ha diseñado una propuesta didáctica para facilitar el cambio conceptual y el aprendizaje significativo en uno de los contenidos de Biología donde los alumnos presentan ideas previas más resistentes.

Palabras clave: ideas previas, Biología, docentes, cambio conceptual, constructivismo, aprendizaje significativo.

Abstract

According to the constructivism movement, the previous ideas are a limiting factor to achieve a new knowledge. These have some common features, for instance, they are hard to correct, they have internal coherence and they are linked to students' personal experiences. Detecting the previous ideas in order to cause a conceptual change in the students is what is needed to correct them. However, teachers do not take the previous ideas into account because they lack the appropriate training. Regarding the students, the results obtained in this work are consistent with the expected results according to the literature review conducted. Based on these results, a didactical design has been made to ease the conceptual change and the meaningful learning in one of the Biology contents in which the students have some of the most resistant previous ideas.

Keywords: previous ideas, Biology, teachers, conceptual change, constructivism, meaningful learning.

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.....	8
2.3 Justificación de la bibliografía utilizada.....	9
3. Marco teórico.....	10
3.1 Constructivismo y aprendizaje significativo.....	10
3.2 Preconceptos y cambio conceptual.....	13
3.3 Evaluación de preconceptos.....	16
4. Materiales y métodos.....	19
4.1 Instrumento de recogida de datos.....	19
4.2 Tipo de centro y tamaño de la muestra.....	21
4.3 Tratamiento estadístico.....	24
5. Análisis de datos y discusión de resultados.....	26
6. Propuesta didáctica.....	37
7. Conclusiones.....	50
8. Líneas de investigación futuras.....	52
9. Bibliografía.....	53
9.1 Referencias bibliográficas.....	53
9.2 Bibliografía complementaria.....	56
10. Anexos.....	57
10.1 Anexo 1: Cuestionario para los docentes.....	57
10.2 Anexo 2: Cuestionario para los alumnos.....	58

1. Introducción

De acuerdo con los artículos 94 y 100 de la ley vigente de educación, la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, para ejercer la docencia es necesario un título de Licenciado, Ingeniero o Arquitecto, o grado equivalente, así como una formación de postgrado con contenido didáctico y pedagógico.

La Orden ECI/3858/2007 regula la formación de postgrado, indicando los requisitos que los planes de estudios han de cumplir para conducir a los títulos de Máster que habiliten para el ejercicio de las profesiones de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. Uno de esos requisitos es la realización de un Trabajo fin de Máster en el que se recapitule toda la formación adquirida a lo largo del período de formación de postgrado

Este Trabajo fin de Máster en la Universidad Internacional de La Rioja (UNIR) supone una carga lectiva de 6 créditos, lo que equivale a 120 horas mínimas de dedicación. La UNIR ofrece diferentes áreas en las que sus estudiantes pueden enmarcar sus estudios, este trabajo quedaría enmarcado en el área de *Breve investigación sobre aspectos concretos de la especialidad*, que es Biología y Geología, y siguiendo el Tesouro de la universidad, en el epígrafe 1.1.8 *Teoría y métodos educativos: Métodos pedagógicos*.

En concreto, la memoria que se presenta versa sobre las preconcepciones erróneas, las cuales representan uno de los principales obstáculos que los alumnos poseen para alcanzar el aprendizaje significativo de las ciencias (Campanario y Otero, 2000).

Para llevar a cabo esta investigación en primer lugar se ha realizado una síntesis de de la bibliografía existente. Esto ha permitido, por un lado, describir la problemática que afecta a la enseñanza de las ciencias, definida por Pozo y Gómez (2009) como "crisis de la educación científica" (p.18) haciendo especial hincapié en la existencia de ideas previas y el papel del profesor. Y, por otro lado, dentro del marco teórico, revisar las aportaciones que la Didáctica de las Ciencias ofrece para tratar de detectar y refutarlas.

A continuación, con la finalidad de valorar la realidad educativa, se ha llevado a cabo un estudio de campo en el que se ha realizado, por una parte, una prueba objetiva para identificar la existencia de ideas previas en una muestra de alumnos de

secundaria y, por otro lado, un cuestionario de opinión a profesores para identificar su metodología usual y estrategias en relación a las ideas previas.

Finalmente, con toda la información recabada se ha elegido uno de los temas donde se han detectado preconceptos y siguiendo el marco teórico se han diseñado actividades para favorecer el cambio cognitivo y corregir las ideas previas de los alumnos.

➤ **Justificación**

El aprendizaje significativo tiene lugar cuando la información nueva que recibe el educando se relaciona con un concepto preexistente en su estructura cognitiva. Es decir, para que nuevos conceptos sean aprendidos es necesario relacionarlos, conectarlos, con ideas previas que el alumno ya posee. Sin embargo, esas ideas previas no son siempre ciertas. En Ciencias esos preconceptos erróneos suponen un obstáculo añadido al proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que son comunes y difíciles de sustituir.

Resulta de interés el estudio de los preconceptos presentes en la mayoría de los educandos y la actitud de los educadores frente a ellos, para paliar sus efectos y ayudar efectivamente a sus alumnos durante el proceso educativo.

2. Planteamiento del problema

Los alumnos tienen problemas a la hora de aprender ciencia, lo que se refleja en los resultados de las evaluaciones internacionales. Por ejemplo, en PISA 2012 los alumnos españoles evaluados quedaron por debajo tanto de la media europea como de la media de los países miembros de la OCDE, muy lejos de los mejores resultados obtenidos en 2000 y 2003 (datos del Instituto Nacional de Evaluación Educativa, 2013, ver también Education Commission, 2014). Parece que los alumnos cada vez aprenden menos y muestran menos interés por aprender ciencias (Pozo y Gómez, 2006). En ese sentido, Campanario y Otero (2000) señalan que las causas del fracaso de los estudiantes en ciencias puede deberse a diferentes factores, que se unen para formar un todo que dificulta la labor docente.

Sin embargo, aunque conforme un todo, para poder estudiarlos y definirlos es necesario contemplar cada factor individualmente. Estos factores se pueden relacionar con la sociedad, el contexto escolar, los profesores y los alumnos (Campanario y Otero, 2000). Tanto sociedad como el contexto escolar han evolucionado y cambiado, mientras que el currículo de ciencias se ha mantenido constante, lo que lo ha ido alejando cada vez más de los alumnos. En el caso de los profesores, estos factores que dificultan el proceso de enseñanza-aprendizaje se encuentran en los cambios constantes legislativos a los que los educadores hacen frente con metodologías tradicionales y poco innovadoras (Pozo y Gómez, 2006). Por su parte, las dificultades ligadas a los alumnos se encuentran relacionadas con sus estrategias de razonamiento, su metacognición, sus concepciones epistemológicas y sus ideas previas (Campanario y Otero, 2000).

Las estrategias de razonamiento, o pautas, son problemáticas cuando los alumnos recurren a metodologías superficiales, es decir, no leen los enunciados con actitud crítica, de forma que no se dan cuenta de inconsistencias en ellos o responden erróneamente al comprender superficialmente la pregunta. La metacognición es otra de las dificultades asociadas a los educandos y hace referencia a la capacidad que tienen los propios alumnos de regular su propio proceso de enseñanza-aprendizaje, conociendo cuales son las estrategias de aprendizaje que mejor les funcionan y donde tienen problemas a la hora de aprender (Campanario y Otero, 2000).

En cuanto a las concepciones epistemológicas están relacionadas con las ideas previas y hacen referencia a que los educandos tienen sus propias creencias sobre la ciencia y el conocimiento científico. Por ejemplo, consideran el método científico

como algo ritual, sin considerar la relación hipótesis-diseño del experimento que existe ralmente (Campanario y Otero, 2000).

Finalmente, lo que los educandos ya saben y conocen, es decir, las ideas previas, o preconcepciones, son algo que los profesores han de considerar puesto que determinan en gran medida la capacidad de aprendizaje de los alumnos. Tradicionalmente se ha educado a los alumnos como si estos se limitaran a recibir información y memorizarla. Pero el proceso de aprendizaje no es así. Los alumnos poseen preconceptos que influyen en su aprendizaje. Son creencias firmes, y normalmente erróneas, que se interponen entre el educando y el aprendizaje significativo, aquel aprendizaje que les lleva a entender la realidad y a relacionar conceptos (Campanario y Otero, 2000, Díaz, 2003). Un ejemplo de preconcepto erróneo es que los educandos creen que el tamaño de los organismos depende del tamaño de sus células y que la adaptación es un proceso consciente por parte del organismo que se adapta (De Manuel y Grau, 1996, citados en Pozo y Gómez, 2006).

El aprendizaje significativo está condicionado por los preconceptos que poseen los alumnos (Campanario y Otero, 2000). De acuerdo con Moreira (2012) el aprendizaje significativo es “aquel en el que ideas expresadas simbólicamente interactúan de manera sustantiva y no arbitraria con lo que el aprendiz ya sabe” (p.30). Es decir, que la nueva información que recibe el alumno interactúa no literalmente con alguna idea que el educando posee y que se relaciona con lo nuevo. Al relacionar lo nuevo con lo que ya sabía, el sujeto da sentido a los nuevos conocimientos a la vez que reformula y afianza los que poseía previamente. Sin embargo, si el preconcepto no sirve de apoyo para la interacción no se dará el aprendizaje significativo (Moreira, 2012). Este autor (2012) los llama subsunsores para enfatizar el hecho de que no necesariamente han de tratarse de conceptos, han de tratarse simplemente de conocimientos previos relevantes para un nuevo aprendizaje.

Es frecuente que los profesores se encuentren con ideas en sus alumnos que actúan como obstáculos para el aprendizaje, y por tanto es importante conocer las características de esas limitaciones para mejorar el aprendizaje (Caballer y Giménez, 1998). Por lo tanto, es importante que el profesorado tenga en cuenta el conocimiento previo de sus alumnos a la hora de diseñar la metodología a emplear durante la clase, de forma que se igualen los conocimientos previos y se detecten preconceptos erróneos entre ellos (Solaz-Portés y Sanjosé, 2008). La detección de preconceptos erróneos ayuda a programar actividades que lleven a los educandos a revisarlos y cuestionarlos (Fernández, Elórtogui y Medina, 2002).

Los preconceptos son clave para el aprendizaje significativo, tal y como se ha comentado durante el planteamiento del problema, por lo que detectarlos y trabajar sobre ellos es de vital importancia para ayudar a los educandos durante su proceso de enseñanza-aprendizaje. La corrección de preconceptos erróneos no es fácil, ya que el tradicional método de transmisión no resulta eficaz y es por tanto necesario emplear otras estrategias didácticas (Campanario y Otero, 2000).

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

Reflexionar acerca de la importancia de las ideas previas en la enseñanza de las ciencias.

➤ Objetivos específicos

- Describir los aspectos claves del paradigma constructivista haciendo especial énfasis en la importancia de las ideas previas para favorecer el aprendizaje significativo.
- Identificar estrategias y recursos que favorezcan el cambio conceptual.
- Definir las principales preconcepciones erróneas descritas en la Didáctica de las Ciencias.
- Identificar la actitud de una muestra de profesores de ciencias en relación a la existencia de ideas previas, así como, detectar ideas previas en una muestra de alumnos.
- Diseñar una propuesta didáctica sobre un tema concreto con actividades que faciliten el cambio conceptual.

2.2. Fundamentación de la metodología

Para alcanzar los objetivos propuestos se ha realizado lo siguiente:

- Revisión bibliográfica para determinar las características de las ideas previas, como detectarlas y como corregirlas provocando un cambio conceptual.
- Revisión bibliográfica para determinar las ideas previas erróneas más comunes en los alumnos de Biología y Geología.

- Elaboración de un cuestionario para determinar la actitud, el conocimiento, la práctica y la mentalidad constructivista del profesorado de Biología y Geología de tres centros: IES Escultor Daniel (público), IES Emperador Carlos (público) y Colegio Diocesano San Roque (privado).
- Elaboración de un cuestionario para comprobar la existencia de ideas previas entre los alumnos de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria y de segundo curso de Bachillerato de los centros IES Escultor Daniel y Colegio Diocesano San Roque.

2.3. Justificación de la bibliografía utilizada

La bibliografía utilizada se ha encontrado fundamentalmente empleando las bases de datos Google Académico y Dialnet, así como las revistas especializadas en Didáctica de las Ciencias, como Revista Electrónica de Investigación Educativa y Enseñanza de las Ciencias. También se ha consultado la legislación vigente. En el caso de Dialnet no se pudo acceder a muchos artículos y capítulos de libros que por su resumen y título parecían relevantes para la realización de este Trabajo fin de Máster

Se ha empleado esta bibliografía porque estaba relacionada con el tema, las publicaciones son en su mayoría publicaciones relevantes en el ámbito educativo y los autores son expertos que aparecen citados en numerosos artículos y publicaciones.

3. Marco teórico

Durante el último siglo han surgido diferentes corrientes educativas, una de ellas es el constructivismo, muy relacionada con el aprendizaje significativo. En este tipo de aprendizaje la nueva información se relaciona con la que el alumno ya posee, de forma que la antigua información sirve de anclaje para la nueva, construyéndose así el conocimiento. Sin embargo, en ocasiones el conocimiento previo, los preconceptos, no son los adecuados para construir a partir de ellos, y es necesario corregirlos o cambiarlos, provocar un cambio conceptual, para que la construcción del conocimiento pueda tener lugar.

3.1. Constructivismo y aprendizaje significativo

El constructivismo tiene cada vez mayor presencia en el ámbito psicológico, en el filosófico y en el educativo (Novak, 2000), y es por tanto necesario definir qué implica esta corriente educativa. El constructivismo, de acuerdo con Novak (2000) surge como una corriente frente al conductismo, como un intento de alumbrar el estudio sobre cómo se producen los aprendizajes escolares, donde el conductismo y otras corrientes habían fallado. El autor señala:

“Los resultados de de mi tesis doctoral y los de investigaciones subsiguiente apuntaban en una dirección que sugería que la capacidad para procesar información y el ritmo de adquisición de nueva información era altamente dependiente de los conocimientos relevantes almacenados anteriormente y del contexto del problema o de la tarea de aprendizaje”(p.177).

Aunque el constructivismo se puede clasificar en tipos diferentes, todos tienen en común que el sujeto construye conocimiento y no se limita a copiarlo o desplegarlo (Serrano y Pons, 2011). De acuerdo con estos autores, el sujeto interpreta y reinterpreta la información que recibe, y al hacerlo su mente construye modelos cada vez más complejos que explican la realidad.

El constructivismo implica un cambio en los roles del profesor y del alumno. El profesor se convierte en un mediador, en la figura que guía al alumno en la construcción del conocimiento. El alumno por su parte se convierte en el protagonista, en el responsable de la construcción de su propio conocimiento, y el aprendizaje solo se da si se realiza dicha construcción. Por último, los contenidos, las actividades, sirven de enlace entre el docente y el educando. Los contenidos presentan distintos niveles de estructuración interna y diferentes niveles de

elaboración. Además, han de estar enmarcados en la realidad socio-cultural del alumno (Serrano y Pons, 2011).

Actualmente en la psicología educativa se han unido las diversas corrientes constructivistas para dar lugar a la *cognición situada*, que une el constructivismo cognitivo (la construcción de conocimiento es individual) y el social (la construcción del conocimiento está influenciada por el intercambio social) (Serrano y Pons, 2011). En la cognición situada, el sujeto, las actividades y las relaciones sociales que se establecen es la comunidad son factores clave para la construcción del conocimiento (Díaz, 2003).

La cognición situada se relaciona con los trabajos de Ausubel, haciendo mella en la importancia del aprendizaje significativo (Figura 1) (Díaz, 2003). Ausubel consideraba que el factor más influyente en el aprendizaje era lo que el alumno ya sabía (Novak, 2000). Los conocimientos previos son la variable más importante a la hora de determinar la capacidad de aprendizaje y acumulación de nuevos conocimientos (Moreira, 2012; Moreira y Greca, 2003). Solo podemos aprender a partir de aquello que ya sabemos (Moreira, 2005). Así, si el educando consigue el aprendizaje significativo va más allá de la memorización y la repetición, consigue dar sentido a lo aprendido y entiende su aplicación (Díaz, 2003).

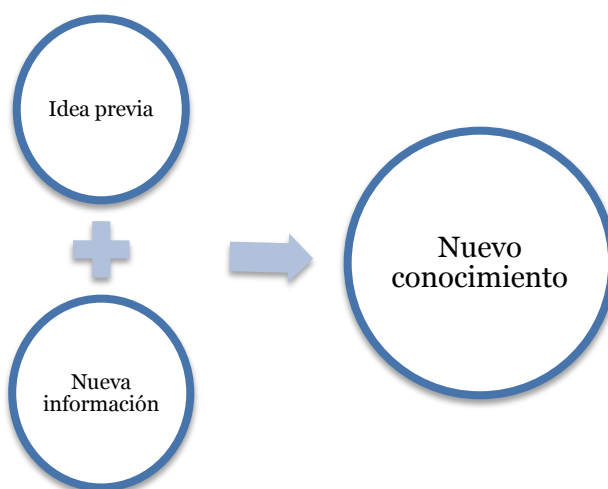


Figura 1. Esquema aprendizaje significativo enmarcado en el constructivismo. Elaboración propia.

El aprendizaje significativo se puede alcanzar siguiendo diversas estrategias: solucionar problemas reales como método de aprendizaje, emplear el método del caso, trabajar cooperativamente o utilizar las nuevas tecnologías de la comunicación y la información (TIC) como mediadores del aprendizaje (Díaz, 2003).

Para Moreira (2012) para que el aprendizaje significativo tenga lugar es necesario que se cumplan dos condiciones:

- Lo que se va a conocer ha de ser potencialmente significativo. Para cumplir este requisito, lo que se va a aprender ha de tener significado lógico y el educando ha de tener las ideas previas necesarias con las que relacionarlo.
- El educando quiera aprender, debe estar dispuesto a relacionar los nuevos conocimientos con los que ya tiene para mejorar y enriquecer su estructura cognitiva.

En estas dos condiciones queda destacado de nuevo el importante papel que cumplen las ideas previas para lograr un aprendizaje. Estas ideas se empezaron a estudiar en los años setenta y son la respuesta de los alumnos ante fenómenos naturales o conceptos científicos que necesitan explicar. La formación de estas ideas supone la creación de una red conceptual, o de un esquema mental, por parte de los educandos. Estos esquemas son internamente coherentes, pero distintos a los esquemas científicos correctos (Bello, 2004).

Las ideas previas se forman por diversas razones, siendo las principales (Montanero, Peña, Clavo y Suero, 1991, citados en Gil, 2003):

- los libros de texto, materiales didácticos e información digital,
- observaciones y experiencias diarias,
- uso de términos científicos en el lenguaje habitual con un significado diferente al que tienen en el ámbito científico,
- los medios de comunicación y la cultura que rodea a los alumnos.

Cabe destacar el importante papel que juegan los libros de texto en la aparición de ideas previas. No sólo reflejan las ideas previas de los alumnos (Bello, 2004), sí no que también utilizan frecuentemente una terminología imprecisa que desconcierta a los alumnos y aparecen en ellos esquemas que confunden a los alumnos. Es también importante el hecho de que en numerosos libros de texto no se tienen en cuenta las ideas previas de los alumnos, y por lo tanto no consideran este factor limitante para el aprendizaje de los educandos que hacen uso de ellos (Gil, 2003).

Por último, a pesar de ser personales, ya que cada alumno construye las ideas previas que necesita, comparten características comunes. Una de estas características es que son difíciles de corregir, aún cuando los alumnos pasan años formándose en un ambiente escolar (Bello, 2004). El cambio conceptual es una

herramienta que permite modificar las ideas previas de los educandos, corrigiéndolas de forma duradera en el tiempo.

3.2. Preconceptos y cambio conceptual

Las ideas previas, las que poseen los educandos antes de iniciar el proceso de enseñanza-aprendizaje, reciben diversos nombres. Ausubel las llamó *preconceptos*. Para Novak eran *concepciones erróneas*. Osborne y Freyberg las denominaron *ideas de los niños*. *Concepciones espontáneas* fue el nombre que les dieron Pozo y Carretero, y Giordan y De Vecchi las llamaron *representaciones* (Caballero, 2008) y Moreira *subsunoeres* (Moreira, 2012).

Las diferentes nomenclaturas son una señal inequívoca de la importancia que tienen los preconceptos en los estudios de didáctica educativa. Su trascendencia es tal porque en el aprendizaje no solo intervienen las enseñanzas del profesor y las actividades realizadas por los alumnos, también interviene lo que el educando sabe. El conocimiento previo influye en las interpretaciones que los aprendices hacen de la realidad a aprender. Establecen relaciones entre los diferentes conocimientos, construyendo así su propio conocimiento (Caballero, 2008).

Los preconceptos pueden ser correctos o incorrectos, y lo más frecuente es que sean erróneos. En la Tabla 1 se muestran las principales ideas previas descritas en la literatura en relación a las Ciencias Naturales que, como puede observarse, son incorrectas. La mayoría de estas ideas previas están basadas en experiencias propias de los alumnos y tienen otras características comunes (Limón y Carretero, 1997):

- son específicas de dominio por lo que dependen de la estrategia que se utilice para identificarlas,
- forman parte del conocimiento implícito del sujeto, lo que dificulta su detección,
- a pesar de hay similitudes entre las preconcepciones de los educandos, cada idea previa es propia de cada alumno,
- están basadas percepción y experiencias propias de los alumnos en su vida,
- no tienen todas el mismo nivel de especificidad/generalidad y por lo tanto no suponen todas el mismo obstáculo para el aprendizaje,
- son resistentes y difíciles de sustituir
- tienen coherencia interna.

Tabla 1. Preconceptos comunes en Biología y Geología. Elaborado a partir de Jiménez (2003) y Pedrinaci (2003)

Geología	La formación de rocas ocurrió durante la formación de la Tierra	
	Las rocas son anteriores a los fósiles que contienen	
	El relieve terrestre no cambia	
	Los cambios en el relieve se explican por procesos catastrofistas	
	Los procesos constructivos que más se tienen en cuenta están relacionados con el vulcanismo	
	El nivel del mar sube y baja, pero los continentes se mantienen estables	
	La Tierra es estática, los cambios de relieve se deben a procesos atectónicos	
Biología	Fisiología y salud	Confusión entre alimentación y nutrición
		Confusión entre excreción y defecación
		La digestión solo ocurre en el estómago
		Los aparatos no se relacionan entre ellos
	Microorganismos	Generación espontánea
		Son perjudiciales
	Plantas	Se alimentan de agua y tierra
		No tiene reproducción sexual
		Realizan fotosíntesis de día y respiran de noche
	Animales	Son vertebrados o mamíferos
		Antropomorfismo
		Desinterés por la conservación de invertebrados
	Ecología	Ecosistema formado solo por seres vivos
		Ecosistemas estáticos en el tiempo
		Solo se considera la contaminación como problema ambiental
	Célula	Respiración únicamente pulmonar
		Son planas, no tridimensionales
	Genética	Confusión ge/alelo, mitosis/meiosis
		Información genética solo está en los gametos
		Los cromosomas sexuales solo están en los gametos
Evolución	Evolucionan los individuos no las poblaciones	
	Herencia de caracteres adquiridos	

Cuando los preconceptos son erróneos es necesario cambiarlos, corregirlos, para que se pueda producir el aprendizaje significativo. El cambio de ideas previas se llama *cambio conceptual*. Esta modificación supone un cambio concepcional más que conceptual, de hecho más que la alteración de conceptos, el cambio busca la

modificación de los procesos que siguen los alumnos para interpretar la información y no simplemente un cambio en esas representaciones (Pozo, 1999).

El cambio conceptual ocurre de diversas formas (Figura 2). La primera de ellas sucede cuando la idea nueva y la idea previa son incompatibles. Ante esa situación el aprendiz puede rechazar la idea nueva o memorizarla, por lo que no se produce aprendizaje significativo. La segunda situación que lleva al cambio conceptual es cuando la idea previa es opuesta a la nueva, y esta última la sustituye. En este caso se produce aprendizaje significativo. La tercera situación consiste en una mezcla de idea antigua e idea nueva, ya que no son incompatibles. En este tercer caso se produce aprendizaje significativo (Hewson, 1981, citado en Caballero, 2008).

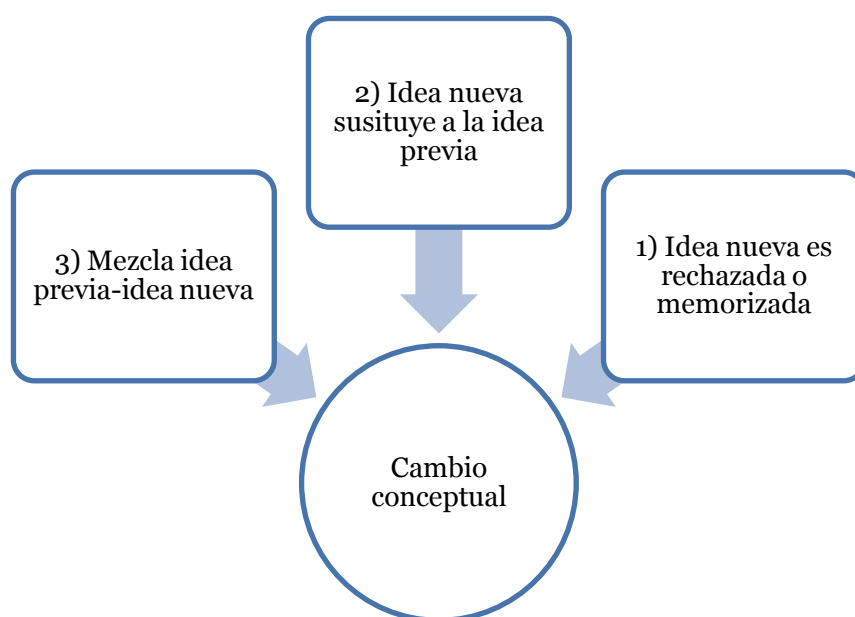


Figura 2. Situaciones que pueden conducir al cambio conceptual según Hewson (citado en Caballero, 2008). Elaboración propia.

El cambio conceptual es difícil de alcanzar y es un problema que no está todavía resuelto, aunque se han planteado diferentes estrategias didácticas para lograrlo. Éstas aparecen recogidas en Limón y Carretero (1997):

- modificar ideas concretas de los alumnos mediante un programa intensivo de intervención,
- utilizar analogías,
- realizar discusiones en grupo sobre los aspectos en los que las ideas previas de los educandos son erróneas,
- buscar situaciones conflictivas que promuevan en el alumno un conflicto cognitivo. El conflicto debe provocarse en una medida justa, si es excesivo el alumno abandonará la tarea (Moreira y Greca, 2003),

- realizar mapas conceptuales,
- programar secuencialmente actividades de simulación sobre conceptos específicos utilizando herramientas informáticas.

Para Posner (citado en Moreira y Greca, 2003) para que se produzca cambio conceptual se han de cumplir determinadas condiciones.

- La primera es que los alumnos se encuentren insatisfechos con sus conceptos.
- La segunda es que los nuevos conceptos deben ser entendibles por los educandos.
- La tercera es que el nuevo concepto sea capaz de explicar aquello en lo que fallaba el preconcepto.
- La cuarta condición es que el nuevo concepto se ha de poder relacionar con otras áreas, y no solo con un área de estudio determinada y concreta.

A pesar de haberse propuesto numerosas estrategias didácticas, la investigación en este campo solo ha permitido determinar lo difícil que resulta provocar el cambio conceptual, y que aunque este puede producirse temporalmente, las ideas previas resurgen al cabo de un tiempo (Limón y Carretero, 1997). Es importante señalar que muchos autores creen que el cambio conceptual va asociado a un cambio metodológico (Campanario y Otero, 2000).

Por lo tanto, evaluar las ideas previas de los alumnos es fundamental para que los docentes puedan guiarles y conseguir el cambio conceptual que lleva al aprendizaje significativo.

3.3. Evaluación de preconceptos

Diversos estudios señalan lo importante que es que los educadores conozcan las ideas previas de sus educandos. De esta forma pueden favorecer el aprendizaje (Caballero, 2008) al trabajar partiendo de las ideas previas de sus alumnos, los docentes pueden detectar las estructuras de conocimiento y las estrategias de razonamiento de los educandos (Duschl, 1995).

Sin embargo, es complicado evaluar las ideas previas de los educandos (Limón y Carretero, 1997). Los test sencillos que pueden emplear los docentes aportan poca información, alrededor de un 10% de la totalidad de ideas previas que los alumnos poseen, pero tienen la ventaja de que pueden emplearse en el aula. Por otra parte,

los test clínicos que recogen más información son complejos y no pueden usarse en las evaluaciones ordinarias (Novak, 2000).

Por su parte, los mapas conceptuales (Figura 3) son herramientas muy útiles para que los alumnos demuestren sus ideas previas y para que los docentes planifiquen las clases y facilitar que los alumnos aprendan. Los mapas conceptuales unen unas ideas, conceptos, con otros. Cuando se da un aprendizaje por repetición los alumnos son capaces de repetir definiciones de conceptos, pero no de relacionar unos con otros, como se puede comprobar cuando realizan mapas conceptuales (Novak, 2000).



Figura 3. Ejemplo de mapa conceptual. Extraído de Novak, J. D. (2000). Constructivismo humano: un consenso emergente. En Escuela Pedagógica Experimental (Ed), *La enseñanza de las ciencias* (p. 182).

Siguiendo a Limón y Carretero (1997) otros métodos que los profesores utilizan son:

1. Creación de cuestionarios cerrados donde los alumnos han de elegir entre múltiples opciones que hacen referencia a los aspectos más conflictivos de un determinado tema. En estos cuestionarios se suele combinar lo gráfico y lo verbal.
2. Diseño de problemas abiertos y sencillos relacionados con el día a día del alumno, en los que han de explicar un determinado fenómeno.
3. Elaboración de problemas centrados en aspectos concretos del tema a explicar, haciendo hincapié en lo que les resulte más difícil de entender a los alumnos.
4. Organización de entrevistas, bien individuales, en grupos o colectivas, donde el profesor dirige a los alumnos hacia los aspectos que permiten detectar ideas previas. La técnica de la entrevista exige una gran responsabilidad al profesor, que tiene que ser capaz de realizar las preguntas correctas y

recordar las respuestas de los alumnos para ir encaminando la entrevista hacia el cambio conceptual (Bell, Osborne y Tasker, 1998).

5. Observación en el laboratorio de un fenómeno y plantear preguntas relacionadas con él.

Todas ellas son herramientas de aprendizaje-evaluación que permiten detectar preconceptos presentes en el alumnado.

Como se señala al inicio de este apartado, es fundamental que los docentes conozcan las ideas previas de sus alumnos para poder prestarles la ayuda que necesitan durante el proceso de construcción de aprendizaje. Para conocerlas es necesario cambiar la metodología tradicional de transmisión-recepción por una que favorezca la interacción del alumnado y permita a los profesores determinar sus ideas previas. Con la finalidad indagar sobre estas cuestiones a continuación se expone el estudio de campo llevado a cabo con profesores y alumnos.

4. Materiales y métodos

Para cumplir los objetivos formulados en el presente Trabajo fin de Máster se ha recogido información sobre las ideas previas en la materia de ciencias desde dos perspectivas diferentes:

1. Se ha evaluado el conocimiento y opinión del profesorado sobre las ideas previas con la finalidad de comprobar si los docentes las tienen en cuenta a la hora de plantear su metodología didáctica. Se ha elaborado para ello un cuestionario de opinión (Anexo 1).
2. Se ha evaluado la presencia de las ideas previas más comunes en Biología y Geología entre los alumnos de secundaria mediante una prueba objetiva (Anexo 2).

4.1. Instrumento de recogida de datos

a) Docentes

Previo a la elaboración del cuestionario se ha construido una tabla de contenidos (Tabla 2), en la que se recogen las diferentes dimensiones con los diferentes aspectos sobre los que se quiere recoger información (actitud, práctica, etc.) y los ítems con los que se valoran.

Tabla 2. Relación de conocimientos y opiniones del profesorado sobre las ideas previas y los ítems relacionados con distintos aspectos de los mismos. Elaboración propia.

		Ítems
Conocimiento y opinión del profesorado sobre las ideas previas	Mentalidad constructivista	1, 2, 6, 7, 12, 15
	Práctica del profesorado: detección de las ideas previas y refutación	4, 11, 13, 18
	Conocimiento	3, 5, 8, 10, 14, 16, 17, 19, 20
	Actitud del profesorado hacia la detección y refutación de las ideas previas	2, 9,

A continuación se han elaborado los ítems. Según Likert (1932) en este tipo de cuestionarios es recomendable redactar aproximadamente la mitad de los ítems de forma invertida, es decir, que manifiesten actitudes negativas, con la finalidad de evitar respuestas estereotipadas y que los encuestados no puntúen siempre los mismos valores. En este caso los ítems invertidos son: 2, 3, 5, 6, 9, 10, 13, 14, 17, 18 y

20. Los valores adjudicados a estos ítems son transformados antes de realizar el análisis.

Finalmente, el instrumento de recogida de datos es un cuestionario de 20 preguntas tipo Likert con una escala de valores que engloba del 1 al 4:

- El 4 representa que el cuestionado está totalmente de acuerdo con la afirmación sobre la que se le pregunta.
- El 3 que está parcialmente de acuerdo.
- El 2 que está parcialmente en desacuerdo.
- El 1 que está totalmente en desacuerdo.

b) Alumnos

El instrumento de recogida de datos es un cuestionario de 15 preguntas sobre los preconceptos erróneos más comunes en Biología y Geología recogidos en la literatura sobre el tema.

La Tabla 3 recoge la relación del contenido de las ideas previas y los ítems que las valoran.

Para la elaboración del cuestionario se ha tenido en cuenta el nivel de los alumnos (4º ESO y 2º Bachillerato), de forma que las preguntas resultaran comprensibles para todos y no abordaran conceptos ajenos para los alumnos del curso inferior.

Tabla 3. Relación del contenido de las ideas previas y los ítems que las valoran. Elaboración propia.

		Ítems	
Geología	La formación de rocas ocurrió durante la formación de la Tierra	1	
	Los cambios en el relieve se explican por procesos catastrofistas.	3	
	El nivel del mar sube y baja, pero los continentes se mantienen estables	2	
Biología	Fisiología y salud	Confusión entre alimentación y nutrición	6
		La digestión solo ocurre en el estómago	4
	Microorganismos	Son perjudiciales	5
	Plantas	No tiene reproducción sexual	7
		Realizan fotosíntesis de día y respiran de noche	8
	Animales	Desinterés por la conservación de invertebrados	9
	Ecología	Solo se considera la contaminación como problema ambiental	10
	Célula	Respiración únicamente pulmonar	11
	Genética	Confusión ge/alelo, mitosis/meiosis	12
		Información genética solo está en los gametos	13
	Evolución	Evolucionan los individuos no las poblaciones	15
		Herencia de caracteres adquiridos	14

4.2. Tipo de centro y tamaño de la muestra

a) Docentes

Los docentes que conforman la muestra pertenecen a diferentes centros:

- Colegio Diocesano San Roque. Un centro concertado ubicado en Valencia. Situado en el barrio de Benicalap, un antiguo barrio obrero en el que la población inmigrante ha ido creciendo progresivamente en los últimos años. El centro es uno de los centros de referencia en Valencia sobre el uso de las TIC en el aula. La oferta educativa abarca desde el 2º ciclo de Educación Infantil a 2º Bachillerato y un ciclo formativo de grado superior en Comercio Internacional.

- IES Emperador Carlos. Un centro público ubicado en Medina del Campo, Valladolid. El IES ha cambiado recientemente de localización debido al elevado número de alumnos. El centro recoge alumnos provenientes de diversas localidades cercanas a Medina, que es la cabecera de la Mancomunidad Tierras de Medina. En el centro se imparten los cuatro cursos de Educación Secundaria Obligatoria y los dos de Bachillerato. Así como dos cursos de diversificación.
- IES Escultor Daniel. Un centro público ubicado en la zona noroeste de Logroño. Es un centro grande, con numerosos alumnos pero escasez de recursos. Situado en un barrio con un poder socioeconómico medio, entre el centro de la ciudad y los complejos residenciales de las afueras. Los niveles educativos que se imparten recogen el primer y segundo ciclo de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, un PCPI de fabricación e instalación de muebles modulares, dos cursos del programa de compensación de desigualdades en educación y otros dos cursos de diversificación.

Se ha encuestado a profesores del departamento de Ciencias Naturales pertenecientes a estos centros (Figura 4). Se han elegido estos centros con la intención de poder comparar resultados entre la educación privada (San Roque) y la pública (IES Escultor Daniel e IES Emperador Carlos). Son todos profesores de la especialidad Biología y Geología, de diversas edades y experiencias docentes. El tamaño de la muestra es de diez profesores.

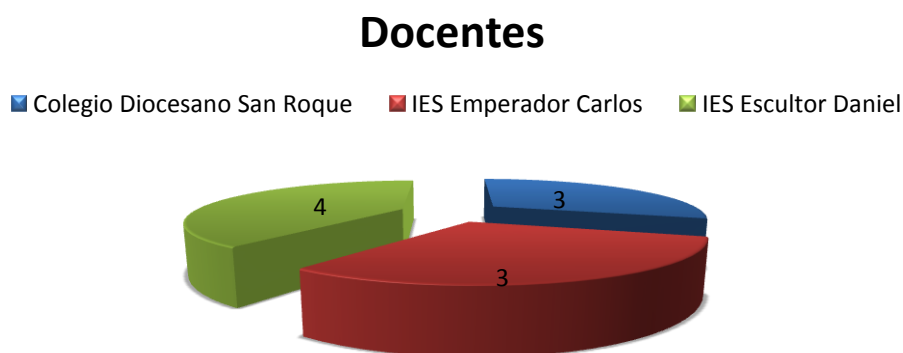


Figura 4. Docentes encuestados y su distribución por centro. Dentro de cada porción aparece el número de docentes encuestados en ese centro. Elaboración propia.

b) Alumnos

Los alumnos que conforman la muestra pertenecen a 4º ESO y 2º Bachillerato del Colegio Diocesano San Roque y del IES Escultor Daniel (Figura 5). A la hora de analizar la muestra se ha tenido también en cuenta el género (Figura 6) y si cursaban o no contenidos curriculares de Biología (Figura 7).

Se han elegido estos centros con la intención de poder comparar resultados entre la educación privada (San Roque) y la pública (IES Escultor Daniel). El tamaño de la muestra es de 95 alumnos.

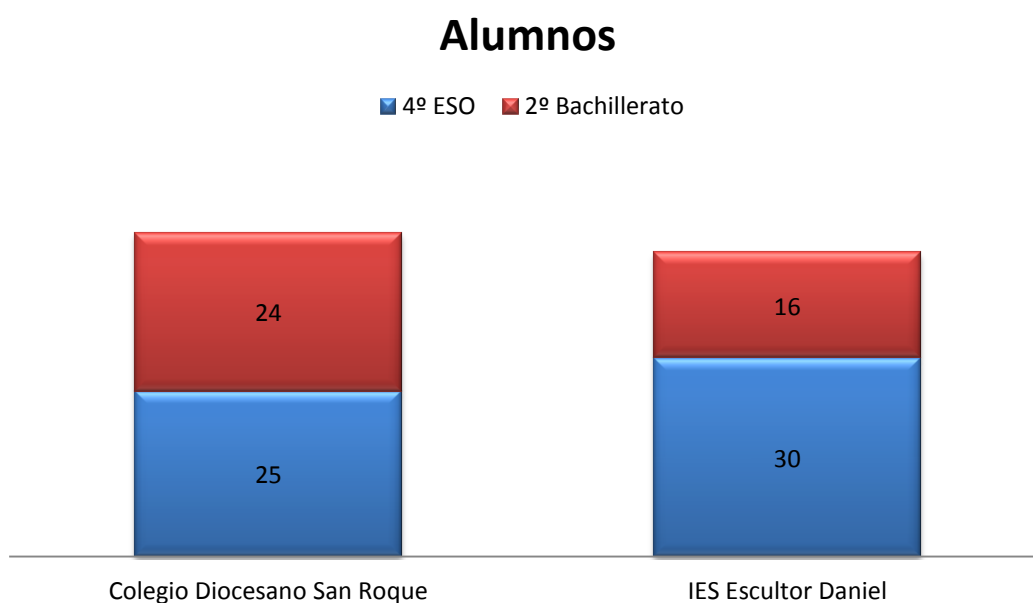


Figura 5. Alumnos encuestados y su distribución por curso y centro. Dentro de cada columna aparece el número de alumnos encuestados en cada curso. Elaboración propia.

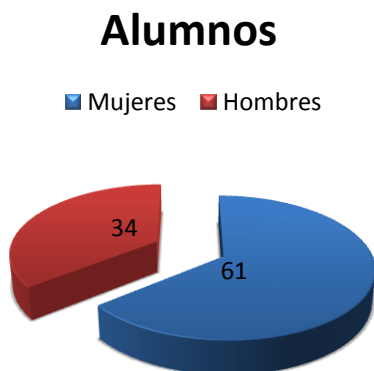


Figura 6. Alumnos encuestados y su distribución por género. Dentro de cada porción aparece el número de alumnos encuestados de cada sexo. Elaboración propia.

Alumnos

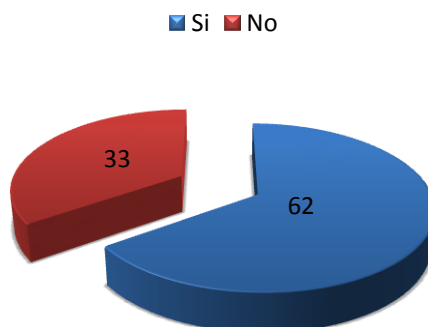


Figura 7. Alumnos encuestados y su distribución en función de si estudian o no Biología. Dentro de cada porción aparece el número de alumnos encuestados. Elaboración propia.

4.3. Tratamiento estadístico

Una vez recogida la información se ha llevado a cabo el tratamiento estadístico de los datos con el programa *EZAnalyze* (Poynton, 2007) que un complemento gratuito de educación para el programa *Microsoft Excel*®.

Matriz de datos docentes (Tabla 4):

Tabla 4. Matriz de datos docentes. En la columna *Centro*, el 1 representa al IES Escultor Daniel, el 2 al IES Emperador Carlos y el 3 al Colegio Diocesano San Roque. Las columnas sombreadas hacen referencia a los ítems invertidos. Elaboración propia.

Centro	Edad	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
2	34	3	4	2	4	1	1	4	2	3	1	2	3	1	1	4	3	3	2	3	1
1	41	1	3	2	2	2	3	2	4	3	3	3	2	2	1	3	1	4	4	2	1
3	54	2	1	1	2	2	2	2	4	2	3	4	4	1	2	4	4	2	2	4	2
1	32	2	4	3	4	2	2	1	3	2	2	2	2	1	1	3	3	2	1	3	1
3	59	2	2	1	3	2	1	2	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	2	2	2
3	62	2	3	1	3	3	2	2	3	2	3	3	3	1	3	3	3	1	1	2	2
2	49	2	4	2	2	3	2	2	4	4	3	2	3	2	2	4	3	4	4	3	3
2	45	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	1	3	2	3	3	3	2
1	51	2	3	2	3	1	1	2	3	2	2	1	2	1	2	4	2	2	2	3	1
1	46	2	3	1	3	2	2	2	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2

Antes de analizar los datos correspondientes a los ítems invertidos de la encuesta con escala Likert es necesario recalificar los ítems negativos de forma que todos los valores 4 representen un valor muy positivo, y los 1 un valor muy negativo.

Matriz de datos docentes recalificada (Tabla 5):

Tabla 5. Matriz de datos docentes recalificada. En la columna Centro, el 1 representa al IES Escultor Daniel, el 2 al IES Emperador Carlos y el 3 al Colegio Diocesano San Roque. Elaboración propia.

Centro	Edad	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20
2	34	3	1	3	4	4	4	4	2	2	4	2	3	4	4	4	3	2	3	3	4
1	41	1	2	3	2	3	2	2	4	2	2	3	2	3	4	3	1	1	1	2	4
3	54	2	4	4	2	3	3	2	4	3	2	4	4	4	3	4	4	3	3	4	3
1	32	2	1	2	4	3	3	1	3	3	3	2	2	4	4	3	3	3	4	3	4
3	59	2	3	4	3	3	4	2	3	3	2	3	3	4	2	3	3	2	3	2	3
3	62	2	2	4	3	2	3	2	3	3	2	3	3	4	2	3	3	4	4	2	3
2	49	2	1	3	2	2	3	2	4	1	2	2	3	3	3	4	3	1	1	3	2
2	45	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	4	3	2	2	2	3	3
1	51	2	2	3	3	4	4	2	3	3	3	1	2	4	3	4	2	3	3	3	4
1	46	2	2	4	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	3	3

En el caso de los docentes se ha realizado un análisis estadístico descriptivo con las medidas de tendencia central (moda y media) y de dispersión (desviación estándar). Así como un análisis de distribución de las frecuencias en porcentajes válidos y acumulados para los valores positivos (respuestas 3 y 4) y negativos (respuestas 1 y 2).

En la muestra de alumnos se ha analizado los porcentajes de errores y aciertos para cada ítem del cuestionario, tanto de forma global como dividiendo la muestra en función de las características de los educandos.

5. Análisis de datos y discusión de resultados

En este apartado se comentarán los datos obtenidos, tanto en la encuesta realizada por los docentes como en la prueba realizada por los alumnos.

a) Docentes

* Distribución de frecuencias

En la Tabla 6 se muestran los porcentajes de frecuencia válidos y los porcentajes acumulados para los valores negativos (1 y 2) y para valores positivos (3 y 4) que se han obtenido para cada ítem del cuestionario.

Tabla 6. Distribución con porcentaje acumulado de las preguntas del cuestionario sobre ideas previas realizado a los docentes. Con * aparecen los datos más interesantes. Elaboración propia.

Porcentaje por rango y acumulado						
N = 10 docentes de Biología y Geología	Porcentajes %					
Ítems	1	2	% Acu.	3	4	% Acu.
1. Las ideas previas de los alumnos son un factor limitante para su aprendizaje.	10	70	80*	20	0	20
2. Considero que la aplicación del modelo de cambio conceptual en las aulas es poco factible debido al número de alumnos, a la amplitud de temario y/o a la falta de formación del profesorado.	30	40	70*	20	10	30
3. La construcción de mapas conceptuales confunde a los alumnos e impide que establezcan relaciones entre sus ideas y conocimientos.	0	10	10	50	40	90
4. Diseño mis propias actividades (mapas conceptuales, lluvia de ideas, debates) para detectar las ideas previas de los alumnos.	0	30	30	50	20	70
5. Las ideas previas de los alumnos son aleatorias.	0	30	30	50	20	70
6. Las clases magistrales (con el apoyo de la pizarra o de una presentación de PowerPoint) y el libro de texto para hacer ejercicios es la mejor metodología para abordar el currículo de ciencias.	0	10	10	60	30	90
7. Considero que la existencia de ideas previas obstaculiza el aprendizaje significativo de las ciencias	10	70	80*	10	10	20
8. El uso de analogías es una buena estrategia para facilitar el cambio conceptual.	0	10	10	60	30	90
9. La estrategia del <i>conflicto cognitivo</i> requiere demasiado tiempo para que sea aplicable al aula.	10	30	40	60	0	60
10. Considero que las ideas previas son fáciles de sustituir.	0	70	70*	20	10	30
11. Utilizo cuestionarios ya publicados para detectar las ideas previas de cada UD.	10	50	60*	30	10	40

12. Si se detectan ideas previas en una UD hay que modificar la planificación que se tenía preparada para tratar de refutarlas.	0	40	40*	50	10	60
13. Aunque considero importante detectar las ideas previas de los alumnos en cada bloque curricular, en general, no lo hago porque las desconozco.	0	10	10	30	60	90
14. El torbellino de ideas no es útil para detectar preconceptos.	0	20	20	40	40	80
15. Ante una idea previa, una buena estrategia es provocar en el alumno un conflicto cognitivo. Enfrentarle a una situación donde su preconcepto falle al explicar la realidad.	0	0	0	60	40	100
16. El uso de la metodología de transmisión-recepción en el aula de ciencias no permite la detección y refutación de las ideas previas.	10	20	30*	60	10	70
17. En general, los profesores desconocen que es el modelo de cambio conceptual y/o cómo llevarlo a la práctica.	20	40	60*	30	10	40
18. En general, debido a la falta de tiempo y extensión del temario asumo que los alumnos tienen adquiridos los conocimientos previos necesarios para abordar nuevos aprendizajes.	20	20	40*	40	20	60
19. En ocasiones, los libros de texto pueden ser causa de la existencia de ideas previas en los alumnos.	0	30	30*	60	10	70
20. Evito el uso de analogías para no confundir a los alumnos.	0	10	10	50	40	90

De la Tabla 6 cabe destacar:

- El 80% de los docentes no considera las ideas previas como un factor limitante para el aprendizaje de sus alumnos. Sin embargo, en la literatura las ideas previas son presentadas como uno de los factores que más condicionan el aprendizaje (Moreira, 2012; Moreira y Greca, 2003, Novak, 2000).
- El 70% considera que el cambio conceptual no es factible en las aulas, por lo que los docentes no tratan de provocarlo y corregir las ideas previas que tienen sus alumnos. Esta opinión sobre el cambio conceptual se ve también reflejada en la opinión de los docentes sobre el conflicto conceptual (ítem 9).
- El 60% no usa cuestionarios validados por expertos, lo que puede llevar a que muchas ideas previas no se detecten. Tal y como se ha comentado previamente, estas ideas son difíciles de detectar, y no usar las herramientas adecuados lo dificulta todavía más.
- El 80% no le da importancia que las ideas previas merecen a la hora de aprender ciencias. Considerando que ese mismo porcentaje no considera las ideas previas como un factor limitante, no es un dato que sorprenda, aunque contradice toda la teoría constructivista, que precisamente se basa en las ideas previas para construir conocimiento. Puede ser un indicativo de la predominancia, aun hoy, en las aulas, de una metodología de transmisión recepción que no favorece el aprendizaje significativo.

- Un 70% está de acuerdo con que las ideas previas son fáciles de sustituir. Este dato refleja la escasa formación del profesorado respecto a este tema, ya que entre las características de las ideas previas es que son resistentes y difíciles de sustituir (Limón y Carretero, 1997).
- El 40% no modifica la estructura de la Unidad Didáctica aunque detecte ideas previas en sus alumnos que se han de corregir. Es decir, si el alumno empieza la unidad didáctica con ideas erróneas, lo más probable es que la acabe con las mismas ideas erróneas, y por tanto no alcance un aprendizaje significativo. No podrá relacionar y anclar las nuevas ideas con sus conocimientos previos, pues estos eran erróneos, lo que supondrá un lastre que, posiblemente, afecte a los aprendizajes posteriores del alumno.
- Un 30% considera que la metodología tradicional es una buena forma de detectar ideas previas. Sin embargo, en la literatura entre todas las estrategias didácticas que se pueden seguir para detectar las ideas previas: entrevistas, problemas, observación en el laboratorio, etc., nunca se incluye el método de transmisión-recepción como un método válido (Limón y Carretero, 1997).
- El 60% reconoce que la mayoría de los docentes desconoce en qué consiste el cambio conceptual y como llevarlo a la práctica, lo que perjudica a los alumnos. Los docentes no tienen la formación necesaria para ayudarles en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- El 40% asume que los alumnos tienen ya los conocimientos previos necesarios para afrontar el aprendizaje de nuevos conceptos, procedimientos y actitudes. Si es lo que consideran, lo más probable es que no traten de buscar ideas previas entre sus educandos, y por lo tanto éstas permanezcan ocultas y dificulten el aprendizaje significativo.
- Por último, aunque con escasa representación, es destacable que haya tres docentes que no consideren la posibilidad de que los libros de texto puedan contener errores y, por tanto, puedan ser el origen de algunas ideas previas, tal como afirman estudios como los de Gil (1999). Esto irá en detrimento del alumno que puede encontrar en este recurso una base teórica para afianzar sus ideas previas.

* Medidas de tendencia central y de dispersión

En la Tabla 7 se muestran las medidas de tendencia central (media, mediana, moda) y dispersión.

Tabla 7. Medidas de tendencia central: media, moda y desviación estándar. Con * aparecen los estadísticos más destacados. Elaboración propia.

N = 10 docentes	Media	Moda	Desviación Estándar
1. Las ideas previas de los alumnos son un factor limitante para su aprendizaje.	2,10	2,00	0,57*
2. Considero que la aplicación del modelo de cambio conceptual en las aulas es poco factible debido al número de alumnos, a la amplitud de temario y/o a la falta de formación del profesorado.	2,10	2,00	0,99
3. La construcción de mapas conceptuales confunde a los alumnos e impide que establezcan relaciones entre sus ideas y conocimientos.	3,30	3,00	0,67
4. Diseño mis propias actividades (mapas conceptuales, lluvia de ideas, debates) para detectar las ideas previas de los alumnos.	2,90	3,00	0,74
5. Las ideas previas de los alumnos son aleatorias.	2,90	3,00	0,74
6. Las clases magistrales (con el apoyo de la pizarra o de una presentación de PowerPoint) y el libro de texto para hacer ejercicios es la mejor metodología para abordar el currículo de ciencias.	3,20	3,00	0,63
7. Considero que la existencia de ideas previas obstaculiza el aprendizaje significativo de las ciencias	2,20	2,00	0,79
8. El uso de analogías es una buena estrategia para facilitar el cambio conceptual.	3,20	3,00	0,63
9. La estrategia del <i>conflicto cognitivo</i> requiere demasiado tiempo para que sea aplicable al aula.	2,50	3,00	0,71
10. Considero que las ideas previas son fáciles de sustituir.	2,40	2,00	0,70
11. Utilizo cuestionarios ya publicados para detectar las ideas previas de cada UD.	2,40	2,00	0,84
12. Si se detectan ideas previas en una UD hay que modificar la planificación que se tenía preparada para tratar de refutarlas.	2,70	3,00	0,67
13. Aunque considero importante detectar las ideas previas de los alumnos en cada bloque curricular, en general, no lo hago porque las desconozco.	3,50	4,00	0,71
14. El torbellino de ideas no es útil para detectar preconceptos.	3,20	4,00	0,79
15. Ante una idea previa, una buena estrategia es provocar en el alumno un conflicto cognitivo. Enfrentarle a una situación donde su preconcepto falle al explicar la realidad.	3,40	3,00	0,52
16. El uso de la metodología de transmisión-recepción en el aula de ciencias no permite la detección y refutación de las ideas previas.	2,70	3,00	0,82
17. En general, los profesores desconocen que es el modelo de cambio conceptual y/o cómo llevarlo a la práctica.	2,30	2,00	0,95
18. En general, debido a la falta de tiempo y extensión del temario asumo que los alumnos tienen adquiridos los conocimientos previos necesarios para abordar nuevos aprendizajes.	2,60	3,00	1,07*
19. En ocasiones, los libros de texto pueden ser causa de la	2,80	3,00	0,63

existencia de ideas previas en los alumnos.			
20. Evito el uso de analogías para no confundir a los alumnos.	3,30	3,00	0,67

Los estadísticos más destacados son:

- La desviación estándar del ítem 1 toma el valor más bajo, lo que indica que es el ítem donde la muestra está más de acuerdo. El problema es que está de acuerdo en algo que no es cierto, ya que las ideas previas sí son un factor limitante para el aprendizaje. De hecho, con una moda de 2 y media de 2,10 indica que la respuesta que más se ha repetido entre la muestra ha señalado una manifestación que se traduce en un aspecto perjudicial para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es decir, la mayoría de los docentes muestreados no prestan a las ideas previas la importancia que numerosos estudios científicos le otorgan y, por tanto, en el contexto del aula existirán ideas previas que, al no tratar de ser refutadas, se convertirán en verdaderos obstáculos para el aprendizaje significativo de los alumnos.
- Por otra parte, en el ítem 18 la desviación estándar toma el máximo valor, lo que indica una mayor diversidad de opiniones entre los 10 encuestados. Algunos profesores asumen que sus alumnos tienen los conocimientos previos necesarios para iniciar nuevos aprendizajes, mientras que otros no lo hacen. En este caso, el valor más repetido entre los docentes es moderadamente positivo (moda 3) aunque debido a la alta heterogeneidad entre las respuestas la media cae hasta el 2,6. No obstante, aunque positivo, es llamativo que haya docentes que asuman que el punto de partida para adquirir nuevos aprendizajes sea el mismo en todo el alumnado, lo cual es contrario no solo al modelo constructivista sino a las bases del sistema educativo. Esto concuerda con lo que Pozo y Gómez (2006) afirma cuando señala que el profesorado de secundaria sufre “una apreciable desorientación ante la multiplicación de las demandas educativas a las que tiene que hacer frente (nuevas materia, nuevos métodos alumnos diversos, etc)” (p. 22).

* Resultados globales por subdimensiones

En la Figura 8 se representa la media de las subdimensiones analizadas en el cuestionario: mentalidad constructivista, práctica del profesorado, conocimiento y actitud del profesorado hacia las ideas previas de sus alumnos.



Figura 8. Grafico global de las medias de las subdimesiones analizadas en el cuestionario para la población completa muestreada. Elaboración propia.

En la gráfica se observa que el profesorado en general no presenta una mentalidad constructivista, lo que se corresponde con una actitud poco adecuada hacia las ideas previas de sus alumnos. Sin embargo, a pesar de ello, la detección de ideas previas y refutación, así como el conocimiento que tienen sobre ellas, alcanza casi un valor de 3, que sería el mínimo ideal a alcanzar. En las cuatro subdimensiones la media del profesorado queda por debajo de 3, lo que señala la falta de formación y de concienciación existente sobre este tema.

En la Figura 9 se representan las mismas subdimensiones, pero separando los docentes que ejercen en el Colegio Diocesano San Roque, privado concertado, de los que ejercen en el IES Escultor Daniel e IES Emperador Carlos, públicos. Se observa ahora que los docentes del centro privado tienen un conocimiento y opinión sobre las ideas previas más acertado de acuerdo con sus respuestas a las preguntas planteadas en el cuestionario.

Por último, en la Figura 10, se han analizado las subdimensiones agrupando a los docentes según su rango de edad: menores de 45 años y mayores de 45 años. La agrupación por edad no influye en los resultados, ya que las medias en ambas submuestras son muy parecidas, apareciendo una diferencia algo más marcada en la Actitud, que es ligeramente mejor en los docentes mayores (2.41 frente a 2.12).

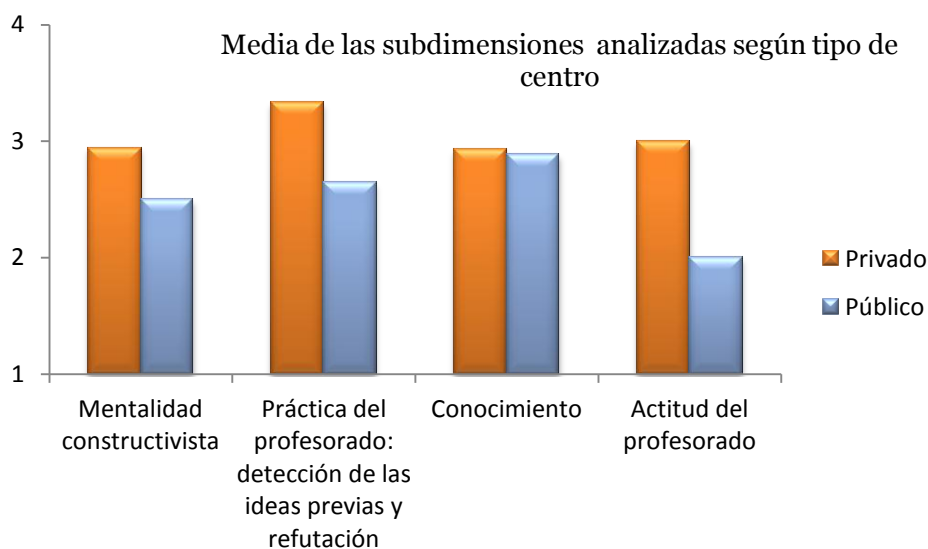


Figura 9. Gráfico global de las medias de las subdimensiones analizadas en el cuestionario por centro educativo público/privado. Elaboración propia.

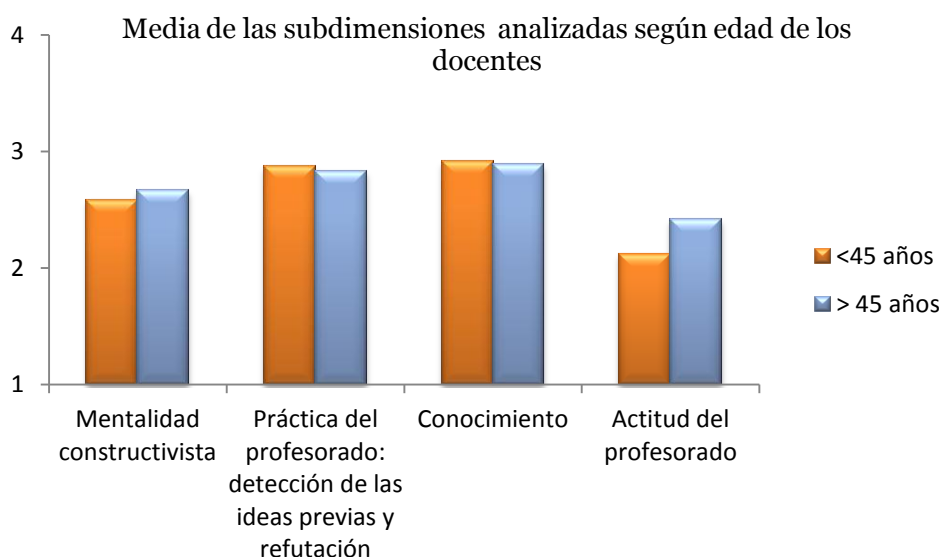


Figura 10. Gráfico global de las medias de las subdimensiones analizadas en el cuestionario por centro educativo público/privado. Elaboración propia.

a) Alumnos

En la Tabla 8 se recogen los porcentajes de aciertos y errores por cada ítem del cuestionario cerrado que los alumnos respondieron. La Figura 11 recoge los mismos datos de una manera más visual. Entre todos los ítems del cuestionario destacan los siguientes:

- 7 (Las plantas se reproducen únicamente asexualmente), con un 56.84% de aciertos.

- 14 (Una madre con una musculatura muy desarrollada dará a luz a un hijo con una musculatura normal), también con un 56,84% de aciertos.
- 15 (Un individuo no evoluciona, lo que evoluciona es la población), con tan solo un 33,68% de aciertos.

Son los únicos ítems donde el porcentaje de aciertos es menor del 60%, siendo además el ítem 15 el único donde este porcentaje baja del 50%, y por tanto el porcentaje de errores es mayor que el de aciertos.

Tabla 8. Porcentaje de aciertos y errores por cada ítem del cuestionario. Elaboración propia.

Preguntas	% Aciertos	% Errores
1. La formación de rocas es un proceso que se da continuamente.	88,42	11,58
2. Los continentes son estables, es el nivel del agua de los mares y océanos el que cambia.	72,63	27,37
3. Los terremotos y los volcanes son las únicas fuerzas que alteran el relieve.	87,37	12,63
4. La digestión acaba y empieza en el estómago.	81,05	18,95
5. Los microorganismos no son siempre perjudiciales.	89,47	10,53
6. La nutrición y la alimentación son dos términos con un significado diferente.	92,63	7,37
7. Las plantas se reproducen únicamente asexualmente.	56,84	43,16
8. Las plantas no respiran durante el día.	80,00	20,00
9. Es importante conservar insectos en peligro de extinción.	92,63	7,37
10. La deforestación y la desertización son problemas ambientales.	90,53	9,47
11. La respiración sucede únicamente en los pulmones.	83,16	16,84
12. La meiosis es una de las fases de la mitosis.	65,26	34,74
13. El ADN solo está presente en los óvulos y espermatozoides.	86,32	13,68
14. Una madre con una musculatura muy desarrollada dará a luz a un hijo con una musculatura normal.	56,84	43,16
15. Un individuo no evoluciona, lo que evoluciona es la población.	33,68	66,32

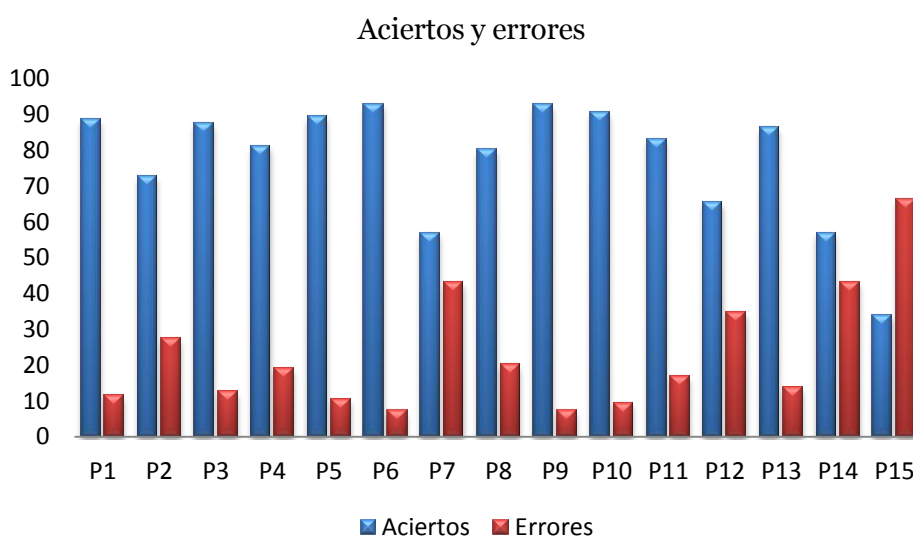


Figura 11. Porcentaje de aciertos y errores por cada ítem del cuestionario. Elaboración propia.

Si se analiza la muestra separando los alumnos por centro. Es decir, por un lado los del IES Escultor Daniel, centro público, y por otro los del Colegio Diocesano San Roque, el porcentaje de aciertos total es similar. Los alumnos del IES Escultor Daniel aciertan el 77,68% de media mientras que los del Colegio Diocesano San Roque aciertan con un 76,6%. Sin embargo, tal y como se muestra en la Figura 12, en algunas preguntas concretas los resultados presentan diferencias. Es el caso de los ítems 2 y 14, que los alumnos del centro privado han contestado mejor, mientras que los alumnos del centro público han contestado mejor los ítems 7, 12 y 15. La mayor diferencia de porcentajes de acierto es la que se da en el ítem 2: Los continentes son estables, es el nivel del agua de los mares y océanos el que cambia.

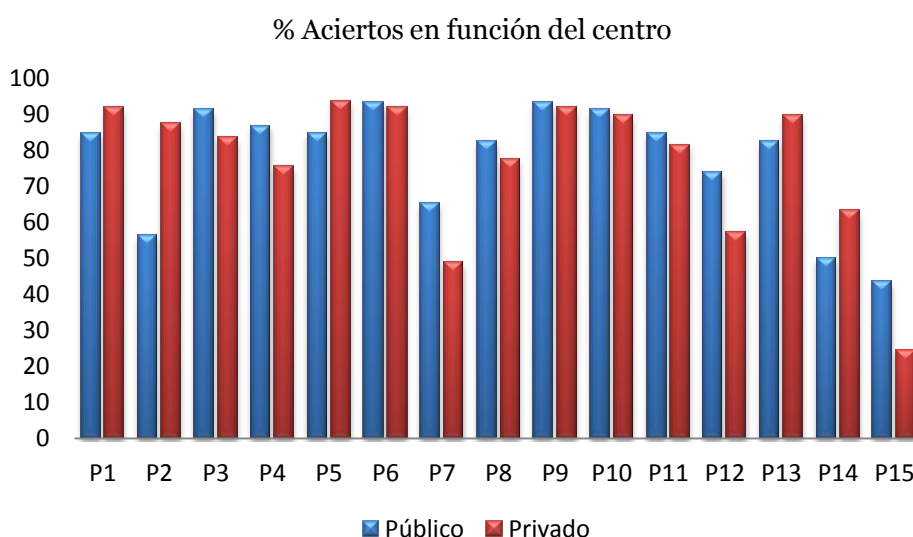


Figura 12. Porcentaje de aciertos en función del centro. Público corresponde a los datos obtenidos de los alumnos del IES Escultor Daniel. Privado corresponde a los datos obtenidos de los alumnos del Colegio Diocesano San Roque. Elaboración propia.

Al dividir la muestra en función del género, como aparece representado en la Figura 13, los porcentajes de aciertos entre chicas y chicos son muy similares. Los chicos aciertan de media con un 76,67%, mientras que las chicas alcanzan un 78,03%. La mayor diferencia de porcentajes se da en el ítem 12, La meiosis es una de las fases de la mitosis, donde las alumnas aciertan un 19,19% más que los alumnos.

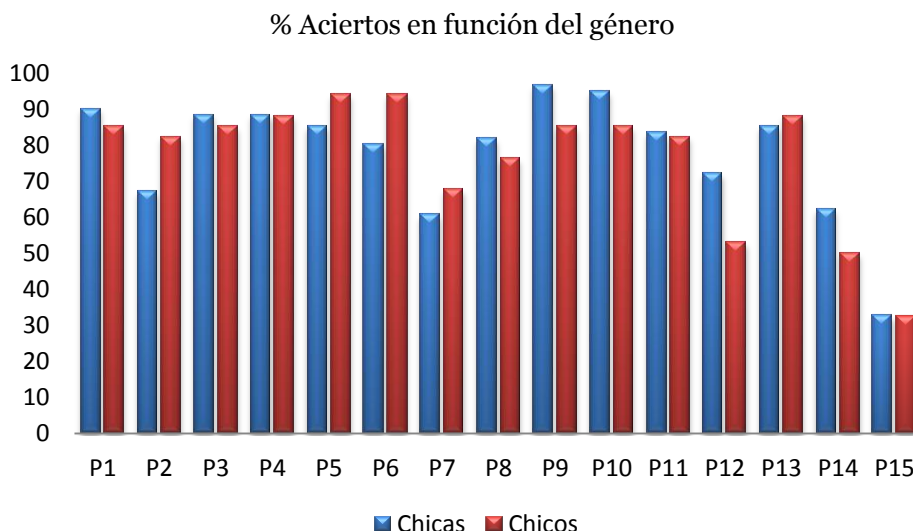


Figura 13. Porcentaje de aciertos en función del sexo. Elaboración propia.

La Figura 14 recoge el porcentaje de aciertos de los alumnos en función del curso. Como era de esperar, los alumnos de 2º de Bachillerato obtienen un porcentaje de aciertos más alto que los alumnos de 4º de ESO. Esto ocurre en todos los ítems del cuestionario salvo en dos. El ítem 6, donde los alumnos de 4º de ESO obtienen un 92,72% de aciertos frente al 92,5% de los de 2º Bachillerato, una diferencia mínima. Y en el ítem 15, donde la diferencia es mucho mayor: 40% frente al 25%.

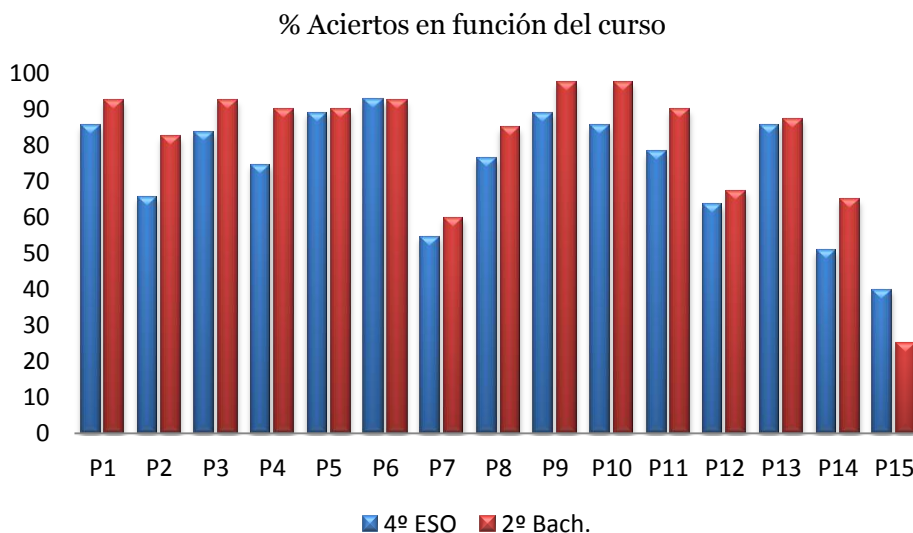


Figura 14. Porcentaje de aciertos en función del curso. Elaboración propia.

El mayor porcentaje de aciertos se puede asociar a una mayor formación y a una mayor corrección de las ideas previas de los alumnos de 2º. Sin embargo, la diferencia entre unos y otros no es tanta, lo que reafirma la información encontrada en literatura que describe las ideas previas como unas ideas difíciles de cambiar y

persistentes en el tiempo. Esta propiedad de las ideas previas se encuentra también respaldada por los datos representados en la Figura 15. En esta gráfica se representa el porcentaje de aciertos de los alumnos en función de si cursan Biología y Geología en 4º de ESO y Biología en 2º Bachillerato, o si por el contrario no cursan ninguna de las dos asignatura, dependiendo de su nivel.

El porcentaje de aciertos es muy similar entre ambos grupos de alumnos. Incluso en algunas preguntas del cuestionario los alumnos que no cursan contenidos de Biología obtienen mejores resultados. Es el caso de la pregunta 11, La respiración sucede únicamente en los pulmones. La similitud en el número de aciertos entre unos alumnos y otros reafirma lo difícil que es detectar y corregir las ideas previas de los alumnos. Éstas son comunes a todos, y en aquellos alumnos que deberían haberlas corregido al cursar asignaturas relacionadas con ellas, siguen presentes de manera muy similar a la de los alumnos que no han cursado dichas asignaturas. Los alumnos de ciencias solo contestan significativamente mejor dos ítems del cuestionario:

- El ítem 8 (Las plantas no respiran durante el día), que hace referencia a la creencia popular de que las plantas solo respiran de noche
- El ítem 12, (La meiosis es una de las fases de la mitosis), que utiliza términos muy concretos: meiosis y mitosis, que los alumnos que no han estudiado ciencias pueden no conocer.

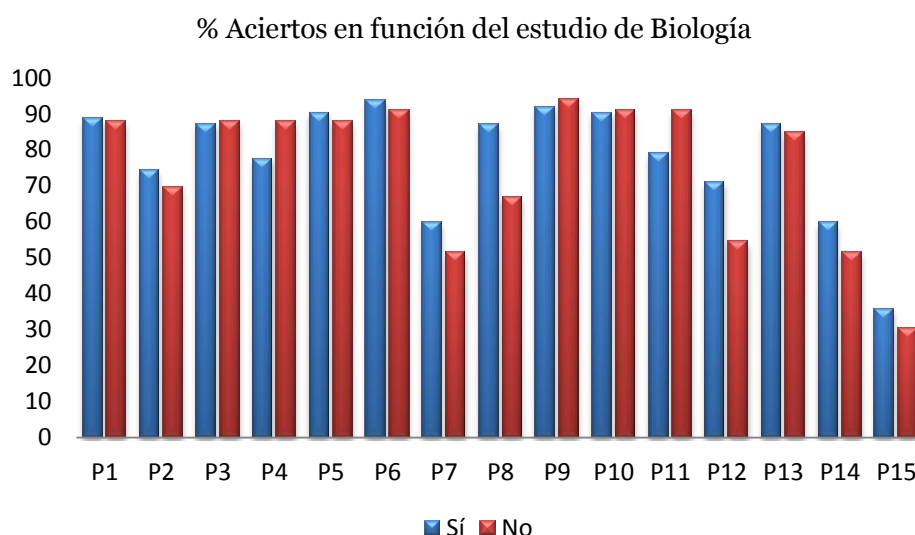


Figura 15. Porcentaje de aciertos en función de si los alumnos estudian Biología o no cursan la asignatura. Elaboración propia.

6. Propuesta didáctica

Considerando todo lo comentando en el apartado de Resultados, una de las áreas donde los alumnos muestran mayores problemas es en la relacionada con la evolución. Por lo tanto, se ha elegido dicho aspecto de la asignatura de Biología y Geología de 4º de Educación Secundaria Obligatoria para plantear la propuesta didáctica. La propuesta busca provocar en los alumnos un cambio conceptual para ayudarles en su proceso de enseñanza aprendizaje.

Tal y como se muestra en la Tabla 9, de acuerdo con el Anexo 2 del R.D. 1631/2006 y el Decreto 5/2011 publicado en el BOR, en el Bloque 3 del cuarto curso se ha de tratar la Evolución de la vida.

Tabla 9. Contenidos, criterios de evaluación y competencias básicas conforme el Decreto 5/2011. Elaboración propia.

<i>Biología y Geología, 4º ESO, D 5/2011</i>	
Contenidos	<p>Bloque 3: La evolución de la vida</p> <ul style="list-style-type: none"> • Origen y evolución de los seres vivos: <ul style="list-style-type: none"> * El origen de la vida. Principales teorías. * La evolución: mecanismos y pruebas. Aparición y extinción de especies. * Teorías evolutivas. Gradualismo y equilibrio puntuado. * Valoración de la biodiversidad como resultado del proceso evolutivo. El papel de la humanidad en la extinción de especies y sus causas. * Estudio esquemático del proceso de la evolución humana. * Las transformaciones en los ecosistemas
Criterios de evaluación	<p>11. Exponer razonadamente algunos datos sobre los que se apoya la teoría de la evolución, así como las controversias científicas, sociales y religiosas que suscitó esta teoría.</p> <p>12. Relacionar la evolución y distribución de los seres vivos, destacando sus adaptaciones más importantes.</p>
Competencias básicas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Competencia en comunicación lingüística. 2. Competencia matemática. 3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. 4. Tratamiento de la información y competencia digital. 5. Competencia social y ciudadana. 6. Competencia cultural y artística. 7. Competencia para aprender a aprender. 8. Autonomía e iniciativa personal.

Teniendo en cuenta el alto porcentaje de fallos en la pregunta 15 del cuestionario donde se preguntaba a los alumnos si lo que evolucionaba era la población, o era el individuo, es necesario ahondar en las ideas previas relacionadas con la evolución. Para abordar los contenidos curriculares indicados en los decretos se desarrollarán diversas actividades que servirán de guía para provocar el cambio conceptual en los alumnos. Siempre teniendo en cuenta los criterios de evaluación establecidos por la normativa.

Actividad 1

Esta actividad consiste en una breve tormenta de ideas seguida de una corta webquest para introducir los conceptos de fijismo, lamarckismo y darwinismo.

En esta actividad se trabajará las siguientes competencias:

- Competencia en comunicación lingüística, a través de la escucha activa y adquisición de nuevo vocabulario y mediante la elaboración de un mapa conceptual.
- Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico, a través del repaso histórico por las diferentes teorías sobre la evolución.
- Competencia social y ciudadana, durante la lluvia de ideas los alumnos habrán de mostrar respeto entre ellos y hacia al profesor, respetando el turno de palabra.
- Tratamiento de la información y competencia digital. Los alumnos habrán de navegar por la red para realizar la webquest.

Al tratarse de en un primer contacto con las teorías evolutivas, los objetivos de la actividad son principalmente conceptuales: distinguir la teoría fijista de la lamarckiana y del darwinismo. Aunque también tiene una carga actitudinal, ya que los alumnos han de reconocer los límites de las diferentes teorías.

La metodología a emplear consiste en una sencilla webquest empleando el blog Geaviva (<http://geaviva.blogspot.com.es/>). Tendrán que navegar por dicho blog hasta llegar al enlace a una plataforma eXelearning donde hallarán información sobre las teorías evolucionistas.

Los recursos didácticos serán fotografías para ilustrar las diferentes teorías de la evolución y dispositivos con conexión a internet para que los alumnos puedan realizar la búsqueda.

La actividad se iniciará con una tormenta de ideas en la que el profesor preguntará a los alumnos que saben sobre la evolución, el fijismo, el lamarckismo y el darwinismo. Tras unos minutos de respuestas libres, se les pedirá a los alumnos que realicen la webquest descrita anteriormente para completar las respuestas que han dado. La actividad tendrá lugar durante la primera sesión dedicada al tema y tendrá una duración de entre 15 y 20 minutos. Lo suficiente para que los alumnos empiecen a familiarizarse con los nuevos conceptos.

La actividad se desarrollará con todos los alumnos.

Tras la explicación del profesor los alumnos habrán de realizar un sencillo mapa conceptual que les ayude a fijar los nuevos conocimientos y a establecer relaciones entre ellos. Dicho mapa conceptual le servirá al profesor para evaluar la actividad. Para evaluar dicho mapa tendrá en consideración:

- la claridad del diseño
- la correcta relación de los conceptos e ideas representados en él.

Actividad 2

Esta actividad consiste en un debate en el que se pide que los alumnos den su opinión sobre la evolución. El debate se ilustrará con una fotografía de unas jirafas y se les preguntará a los alumnos por qué las jirafas tienen un cuello tan largo.

Con esta actividad se estarán trabajando las siguientes competencias:

- Competencia en comunicación lingüística, ya que al realizarse un debate, los alumnos habrán de expresar sus ideas con claridad y corrección.
- Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico, ya que los alumnos profundizarán sus conocimientos sobre las teorías evolutivas.
- Tratamiento de la información y competencia digital. Los alumnos habrán de buscar en la red información relevante que les sirva para fundamentar sus argumentos.
- Competencia social y ciudadana, al tratarse de un debate los alumnos han de tratarse con respeto, aún defendiendo opiniones contrarias.
- Autonomía e iniciativa personal, ya que son los propios alumnos los que se han de documentar y plantear los argumentos con los que defender la teoría que se les ha asignado.
- Competencia para aprender a aprender, ya que han de buscar información por sí mismos.

Los objetivos de la actividad se pueden diferenciar en:

- Conceptuales: describir las diferentes teorías sobre la evolución, describir razonadamente los argumentos en los que se apoya cada teoría.
- Procedimentales: manejar navegadores para buscar y encontrar información sobre el tema en la red.
- Actitudinales: valorar y reconocer el trabajo realizado por el resto de compañeros, fomentar la participación.

La metodología a seguir consiste en un breve trabajo de investigación seguido de un debate.

Los recursos didácticos a emplear son ordenadores conectados a internet para poder utilizar los buscadores para recoger argumentos y datos que defiendan las diferentes teorías. También una fotografía de jirafas.

La actividad se iniciará durante la primera sesión. Tras la realización de la Actividad 1, el profesor dividirá la clase en 4 grupos, asignando a cada grupo una de las teorías evolutivas: fijismo, lamarckismo y darwinismo. Los miembros de cada uno de esos grupos tendrán que buscar argumentos a favor de la teoría que le ha tocado. Los miembros del cuarto grupo tendrán que pensar preguntas relativas a cualquiera de las tres teorías.

Durante la segunda sesión tendrá lugar el debate en su totalidad. En el debate el cuarto grupo de alumnos actuará de jueces. Cada grupo hablará por turnos y tendrá un tiempo marcado:

- 2 minutos de presentación de tema
- 4 minutos para responder a las preguntas de los otros dos grupos-
- 2 minutos para responder a las preguntas del grupo de jueces.
- 1 minuto para resumir sus argumentos a favor de la teoría que han defendido.

Durante el debate los jueces tendrán que plantear diversas preguntas a los tres grupos sobre aquellos puntos de su argumentación que no les hayan quedado claros y sobre aquellos puntos de la teoría que defienden que les han parecido más débiles. Al finalizar el debate habrán de decidir qué grupo ha resultado más convincente y ha respondido mejor a la pregunta planteada por el profesor: ¿por qué las jirafas tienen un cuello tan largo?

Para evaluar tanto el trabajo de los grupos de debate como del grupo de jueces el profesor contará con la ayuda de una rúbrica elaborada para tal efecto (Tabla 10).

Actividad 3

Esta actividad consiste en un juego didáctico. En él se presentará a los alumnos fotografías de especies distintas y se les preguntará si son la misma especie, y si no lo son, en que se parecen.

Con esta actividad se estarán trabajando las siguientes competencias:

- Competencia en comunicación lingüística, ya que los alumnos habrán de recoger por escrito sus ideas, con claridad y corrección.
- Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico, ya que los alumnos profundizarán sus conocimientos sobre las teorías evolutivas y los argumentos a favor de la evolución: distribución geográfica, anatomía comparada y desarrollo embrionario.
- Competencia social y ciudadana, al tratarse de un trabajo que los alumnos realizan en grupo.
- Autonomía e iniciativa personal, ya que son los propios alumnos los que han de plantearse posibles hipótesis que expliquen lo que están viendo.
- Competencia para aprender a aprender, ya que han de profundizar en los conocimientos que ya poseen para poder dar respuesta a las preguntas planteadas por el profesor.
- Competencia cultural y artística, ya que habrán de esbozar los esqueletos para señalar las similitudes.

Los objetivos que se pretenden conseguir con esta actividad son:

- Conceptuales: relacionar la evolución y la distribución geográfica de las especies, describir las similitudes anatómicas entre diferentes especies, describir las similitudes embrionarias entre diferentes especies.
- Procedimentales: dibujar los rasgos en común de diferentes especies.
- Actitudinales: reconocer y valorar las similitudes entre especies.

Tabla 10. Rúbrica de debate. Elaboración propia.

Rúbrica de debate				
Criterio	3 puntos	2 puntos	1 punto	Total puntos
Respeto por los otros grupos	Todas las frases, el lenguaje corporal y las respuestas han sido respetuosas y se ha empleado un lenguaje apropiado.	La mayoría de las respuestas han sido respetuosas y con un lenguaje apropiado, pero se ha detectado alguna ironía.	Los argumentos, las respuestas y el lenguaje corporal han sido muy poco respetuosos.	
Información	La información presentada durante el debate era clara, concisa y acertada.	La mayoría de la información presentada durante el debate era clara, concisa y acertada.	La información presentada durante el debate era imprecisa e incorrecta.	
Refutación	Todas las refutaciones han sido precisas y relevantes.	La mayoría de las refutaciones han sido precisas, pero algunas han sido débiles.	Las refutaciones han sido débiles y poco relevantes.	
Uso de datos y estadísticas	Los argumentos principales se apoyaban en datos, estadísticas o ejemplos relevantes.	Los argumentos principales se apoyaban en datos, estadísticas o ejemplos, pero algunos de relevancia cuestionable.	No se han apoyado los argumentos.	
Organización	Todos los argumentos estaban destinados a defender una idea clara (premisa).	La mayoría de los argumentos estaban destinados a defender una idea clara (premisa)	Los argumentos se han relacionado de manera inconexa.	
Comprensión del tema	El grupo ha comprendido claramente el tema y lo ha presentado con convicción.	El grupo parece que ha comprendido la mayor parte del tema y ha presentado los argumentos con facilidad.	El grupo no ha comprendido el tema.	
Comentarios:				

La metodología a seguir es un aprendizaje cooperativo en el que los alumnos trabajan en tríos para tratar de contestar las preguntas planteadas por el docente.

Los recursos utilizados son fotografías para ilustrar la distribución geográfica (emú, avestruz y ñandú), las similitudes anatómicas (esqueletos de diferentes mamíferos: ballena, ratón y humano y de algún anfibio y reptil) y las similitudes de desarrollo embrionario (ave, humano y cordero).

La actividad tendrá lugar durante la tercera sesión, y servirá de enlace con una de las últimas actividades.

La clase se dividirá en grupos de tres alumnos, que tendrán que ayudarse entre ellos para contestar a las preguntas planteadas por el profesor. Con las fotografías del emú, avestruz y ñandú se les preguntará si corresponden a individuos de la misma especie. Se les dará un par de minutos para que lo discutan entre los miembros del grupo y alcancen una decisión. Seguidamente se les comentará cual es su distribución actual y se les pedirá que expliquen a que puede deberse entonces su parecido.

Con las fotografías de los esqueletos de mamíferos se les pedirá que los dibujen y señalen las similitudes entre ellos. A continuación se les mostrarán los esqueletos de un anfibio y de un reptil, y habrán de encontrar esas similitudes. Se les pedirá que expliquen a que pueden deberse esas similitudes. Por último se abordará las similitudes en el desarrollo embrionario de los vertebrados presentándoles fotografías de fetos de ave, cordero y humano. Tendrán que dibujarlos y señalar las similitudes. Se les pedirá que traten de deducir de que especie es cada embrión y porque se dan esas similitudes.

Para evaluar la actividad el profesor recogerá todo el trabajo que han realizado los distintos grupos y valorará:

- la coherencia de los argumentos empleados por los alumnos, sean acertados o no. Un argumento coherente pero erróneo tendrá más valor que uno cierto pero sin una base argumentativa sólida.
- la exactitud de los dibujos. No han de ser réplicas perfectas, pero si han de representar con claridad las diferencias/similitudes.

Actividad 4

Se iniciará con una breve exposición del profesor, que tratará de enfrentar a los alumnos con sus respuestas erróneas durante la Actividad 3, debatiendo con ellos lo acertadas o no que han sido.

Con esta actividad se estarán trabajando las siguientes competencias:

- Competencia en comunicación lingüística, ya que los alumnos habrán de debatir con el profesor la adecuación de sus respuestas.
- Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico, ya que los alumnos profundizarán sus conocimientos sobre las teorías evolutivas y los argumentos a favor de la evolución: distribución geográfica, anatomía comparada y desarrollo embrionario.
- Competencia social y ciudadana, al tratarse de un debate profesor-alumnos en el que han de participar de manera organizada y respetuosa.
- Autonomía e iniciativa personal, ya que son los propios alumnos los que han de defender sus ideas o asumir lo erróneo de las mismas.
- Competencia para aprender a aprender, ya que han de profundizar en los conocimientos que ya poseen para poder refutar los argumentos del profesor, que busca provocar una situación donde las ideas previas de los alumnos no puedan responder a la realidad y han de reajustarse.

Los objetivos que se pretenden conseguir con esta actividad son similares a los de la Actividad 3, ya que es una continuación directa de la misma:

- Conceptuales: relacionar la evolución y la distribución geográfica de las especies, describir las similitudes anatómicas entre diferentes especies, describir las similitudes embrionarias entre diferentes especies.
- Procedimentales: dibujar los rasgos es común de diferentes especies.
- Actitudinales: reconocer y valorar las similitudes entre especies.

La metodología a seguir es un debate, en el que el profesor tratará de rebatir los argumentos erróneos y apoyar los argumentos correctos empleados por sus alumnos durante la actividad anterior. El docente añadirá información referente a las similitudes genéticas, incorporando datos sobre la homología del ADN de humanos y otros simios, como el chimpancé o el orangután.

Los recursos didácticos empleados serán los mismos que durante la Actividad 3, que el profesor usará como complemento a sus argumentos. Se añadirá alguna fotografía de chimpancé, humano y orangután.

La actividad tendrá lugar durante la cuarta sesión. Tras finalizar el debate los alumnos habrán de realizar un mapa conceptual que recoja los argumentos a favor de la evolución planteados durante las Actividades 3 y 4. Ese mapa conceptual le servirá al profesor para evaluar la actividad y la evolución de sus alumnos. Para evaluar dicho mapa tendrá en consideración:

- la claridad del diseño,
- la correcta relación de los conceptos e ideas representados en él,
- el aumento de conceptos e ideas representadas.

Actividad 5

Se les presentará a los alumnos una fotografía de la polilla del abedul, y se les comentará como ha cambiado el color de la población en los últimos siglos. Primero eran frecuentes las blancas, tras la revolución industrial las negras, y tras las medidas anticontaminación vuelven a aparecer polillas blancas en la población. Se les pedirá que, a partir de los conocimientos de genética y de selección natural que poseen, desarrollen una hipótesis que explique el cambio.

- Competencia en comunicación lingüística, ya que los alumnos habrán de plantear con exactitud su hipótesis, empleando el lenguaje adecuado.
- Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico, ya que los alumnos profundizarán sus conocimientos sobre las teorías evolutivas, la selección natural y la genética mendeliana.
- Competencia social y ciudadana, al tratarse de un trabajo en grupos.
- Autonomía e iniciativa personal, ya que son los propios alumnos los que han de plantear las hipótesis.
- Competencia para aprender a aprender, ya que han de profundizar en los conocimientos que ya poseen para poder plantear la hipótesis.
- Competencia matemática, se espera que en la hipótesis los alumnos incluyan un sencillo ejercicio de genética mendeliana.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con esa actividad consisten en:

- Conceptuales: describir e identificar la teoría sintética, recordar conceptos básicos de genética mendeliana.

- Procedimentales: plantear y resolver sencillos problemas de genética.
- Actitudinales: valorar la importancia de la diversidad genética para la adaptación.

La metodología a emplear consiste en un estudio de caso en grupo. Se les plantea el caso, la evolución de las poblaciones de polilla de abedul y se les pide que a partir de él desarrollen su trabajo.

Los recursos didácticos a emplear son fotografías de la polilla del abedul y del medio donde habita.

La actividad tendrá lugar durante la quinta sesión, y se realizara en grupos de cuatro, para que los alumnos pongan en práctica un aprendizaje cooperativo. Se intentará que los grupos estén formados heterogéneamente, y que los alumnos que mejor calificación han ido obteniendo a lo largo de las distintas actividades sobre evolución trabajen con aquellos que tengan peores notas, para poder ayudarlos.

La actividad se desarrollará, como ya se ha especificado, en grupo de cuatros, y a partir de la situación de las polillas se pedirá a los alumnos que desarrollen y justifiquen una hipótesis explicativa de dicha situación. El profesor evaluará la coherencia interna de la hipótesis, que no haya contradicciones y que los argumentos en los que se apoya sean sólidos y científicos.

Actividad 6

Se trata de una actividad en la que los alumnos han de conocer las diferencias entre adaptación, especiación y extinción. Para ello se les explicará cada concepto y se les plantearán distintas situaciones, que habrán de relacionar con uno, o más, de los tres eventos.

Las competencias que se trabajarán en esta actividad son:

- Competencia en comunicación lingüística, ya que los alumnos habrán de debatir con el profesor la adecuación de sus respuestas. Además, redactarán un sencillo trabajo de investigación, en el cuál tendrán que usar la terminología adecuada.
- Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico, ya que los alumnos profundizarán sus conocimientos sobre las teorías evolutivas, los argumentos a favor de la evolución, y la diferencia entre adaptación, especiación y extinción.

- Competencia social y ciudadana, al tratarse de un debate profesor-alumnos en el que han de participar de manera organizada y respetuosa.
- Tratamiento de la información y competencia digital. Los alumnos habrán de buscar en la red información relevante que les sirva para realizar la última parte de la actividad.
- Autonomía e iniciativa personal, ya que son los propios alumnos los que han de defender sus ideas o asumir lo erróneo de las mismas.
- Competencia para aprender a aprender, ya que han de profundizar en los conocimientos que ya poseen para poder refutar los argumentos del profesor, que busca provocar una situación donde las ideas previas de los alumnos no puedan responder a la realidad y han de reajustarse.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con esa actividad son los siguientes:

- Conceptuales: describir los procesos de especiación, adaptación y extinción.
- Procedimentales: clasificar situaciones reales en función de los procesos de especiación, adaptación y extinción que ocurren en ellas.
- Actitudinales: valorar la importancia de la diversidad genética para la adaptación y supervivencia.

La metodología a emplear es un estudio de casos breves que describirán situaciones reales sobre las que los alumnos habrán de decidir qué es lo que sucederá.

Los recursos didácticos consisten en fotografías e ilustraciones que permitan a los alumnos comprender con más facilidad las características de las situaciones que se les describen. Así como en dispositivos conectados a internet que los alumnos puedan emplear para buscar información.

La actividad tendrá lugar durante la sexta sesión y se realizará en parejas, siempre buscando el aprendizaje cooperativo, que los alumnos se ayuden unos a otros.

La actividad se iniciará recordando el caso de las polillas, para a partir de ese caso real explicar el concepto de adaptación: consecuencia de la selección natural que ejerce el medio ambiente sobre la variación hereditaria que se ha generado al azar, por mutación, en una población.

Seguidamente, y recordando la Actividad 3, se pondrá el ejemplo del avestruz, ñandú y emú para explicar en qué consiste la especiación: proceso por el cual se originan dos o más especies a partir de una y como resultado de la selección natural,

que actúa sobre la variabilidad presente en distintas poblaciones del antecesor común.

Por último se hablará de la extinción, que sucede cuando las condiciones ambientales cambian y la especie no puede adaptarse ni reproducirse con éxito.

Las situaciones que se plantearán a los alumnos para que decidan el evento, o los eventos, que tendrán lugar serán las siguientes:

- Una población de conejos de alta montaña está formado en su mayoría por individuos de pelaje blanco, aunque ocasionalmente aparece algún individuo marrón. Debido al cambio climático, la nieve que antes siempre estaba presente se ha ido derritiendo, dejando al descubierto un suelo arcilloso donde los conejos blancos destacan fácilmente, para beneficio de las rapaces que sobrevuelan las cumbres. ¿Qué pasará con la población? ¿Y si no hubiera una pequeña proporción de conejos marrones?
- Los osos polares están muy adaptados a su ambiente, son los mayores depredadores del Ártico, pero su medio está cambiando muy rápidamente. ¿Qué pasará con la especie?
- Los pinzones de dos islas pertenecen a la misma especie. En una de las islas abundan las semillas gruesas mientras que en la otra abundan los insectos. Los pinzones presentan dos fenotipos característicos para su pico: un pico grande y fuerte, y otro fino, ideal para cazar moscas y otras especies similares. ¿Qué les pasará a los pinzones de ambas islas? ¿Y si siguen aislados durante mucho tiempo?
- En una región se encuentra una población de una planta que florece en primavera. Debido al crecimiento de un bosque cercano, parte de la población queda a la sombra de los árboles, mientras que la otra sigue recibiendo el mismo sol que antes. La sombra retrasa el crecimiento de la planta y retrasa su floración. ¿Qué pasará?
- Imagina que en el Atlántico, de Polo Norte a Polo Sur, habita una especie de pez que necesita un territorio pequeño para vivir, por lo que no nada grandes distancias. Al cabo de un tiempo, ¿seguirán siendo los peces del norte de la misma especie que los del sur? ¿Por qué?

La actividad se evaluará teniendo en cuenta la participación de los alumnos a la hora de resolver los pequeños casos propuestos. Además, se les pedirá que elijan uno de las situaciones propuestas y desarrollen ampliamente su respuesta, buscando

información en la red para completarla y encontrar otros ejemplos similares. Se evaluará dicha respuesta, considerando:

- las fuentes consultadas (su relevancia, prestigio y actualidad) para elaborarla,
- la adecuación de la terminología que han empleado para su redacción.

Actividad 7

Consiste en la elaboración de un mapa conceptual por parte de los educandos que recoja todos los nuevos conocimientos que han adquirido sobre la evolución a lo largo de las seis sesiones planteadas.

Las competencias que se potenciarán en esta actividad son:

- Competencia en comunicación lingüística, ya que los alumnos habrán de esquematizar y resumir sus conocimientos en palabras sueltas y frases sencillas que den coherencia al mapa.
- Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico, ya que los alumnos profundizarán sus conocimientos sobre las teorías evolutivas, los argumentos a favor de la evolución, y la diferencia entre adaptación, especiación y extinción.
- Autonomía e iniciativa personal, ya que son los propios alumnos los que han de construir el mapa a partir de sus propios conocimientos.
- Competencia para aprender a aprender, ya que han de profundizar en los conocimientos que ya poseen para poder relacionar unos con otros y elaborar el mapa.

La actividad se presentará durante la sexta sesión y se elaborará en casa, dándoles tiempo a los alumnos a asentar los nuevos conocimientos y a establecer relaciones entre ellos.

El objetivo de esta actividad es reunir todos los objetivos planteados a lo largo de las distintas actividades que conforman esta propuesta didáctica.

Cada alumno elaborará su propio mapa conceptual y lo entregará al profesor para su evaluación, donde se evaluará la claridad del diseño, la correcta relación de los conceptos e ideas representados en él y el aumento de conceptos e ideas representadas. Tras la corrección el profesor devolverá los mapas para que les sirva a los estudiantes como herramienta de estudio.

7. Conclusiones

Tras la síntesis de la bibliografía consultada se considera que:

- Para conseguir un aprendizaje significativo de acuerdo con los ideales constructivistas es necesario conocer las ideas previas de los alumnos.
- El uso de analogías, la realización de mapas conceptuales y buscar situaciones conflictivas son procedimientos que favorecen el cambio conceptual.
- Las ideas previas de los alumnos suelen ser erróneas, comunes y resistentes al cambio.
- Los preconceptos erróneos descritos en la literatura referentes a Biología y Geología abarcan diferentes ámbitos de la asignatura.

Tras la realización del estudio exploratorio con una muestra incidental de docentes de Biología y Geología, se considera que:

- La actitud de los docentes muestreados frente a las ideas previas es inadecuada. Además, el conocimiento que tienen sobre ellas es insuficiente, ya que no reconocen la influencia de las ideas previas para obstaculizar el aprendizaje significativo.
- Debido a la falta de formación, la escasez de tiempo y/o el amplio número de alumnos en las aulas, los docentes no siguen un modelo constructivista en el aula. No tratan de identificar las ideas previas en su alumnado, ni tratan de refutarlas si las encuentran.

Tras la realización del estudio exploratorio con una muestra incidental de alumnos de secundaria, se considera que:

- Los preconceptos erróneos descritos en la literatura coinciden con los encontrados en la muestra.
- Los alumnos presentan ideas previas más persistentes en temas relacionados con la evolución, la herencia genética y la fisiología vegetal.
- El aprendizaje de los alumnos no es significativo ya que no se corrigen las ideas previas erróneas: cometen los mismos errores aquellos alumnos que han recibido formación de Ciencias como aquellos que no lo han hecho. Tampoco hay diferencias significativas en el porcentaje de aciertos entre alumnos de distintos cursos.

- Las ideas previas son persistentes, se detectan las mismas ideas en 4º de ESO y en 2º de Bachillerato.

8. Líneas de investigación futuras

En base a los resultados obtenidos se considera interesante complementar el estudio con una muestra mayor de docentes de Ciencias Naturales. Para ello sería necesario contar con numerosos centros educativos repartidos por todo el territorio español, evitando así posibles sesgos geográficos. Sería también interesante ampliar la muestra de alumnos, incluyendo centros de otras regiones de España, tanto privados como públicos.

Considerando los malos resultados obtenidos por los docentes, sería interesante formarlos en el constructivismo, el aprendizaje significativo, el cambio conceptual y las ideas previas. Tras la formación se repetirían de nuevo las encuestas, tanto a alumnos como a docentes, para ver si los resultados han mejorado, tal y como se ilustra en la Figura 16.

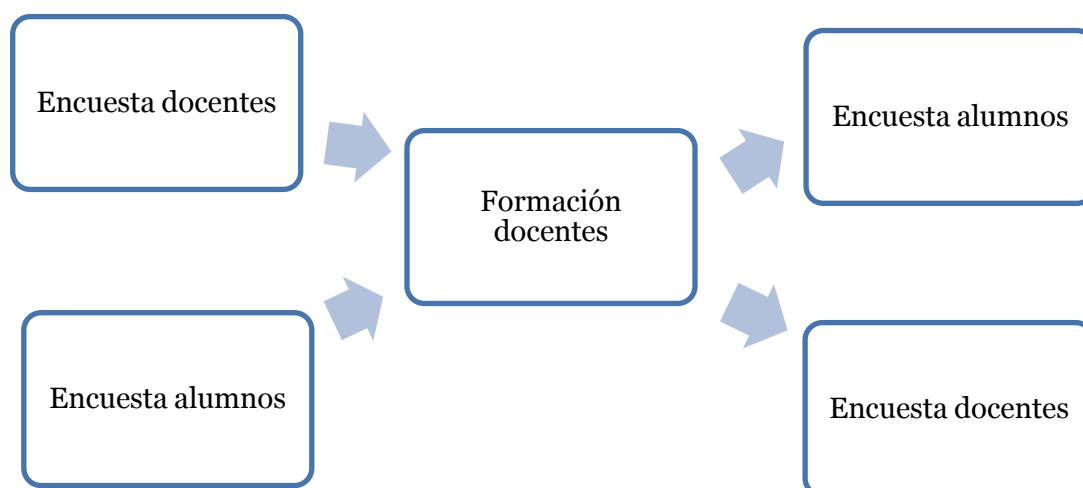


Figura 16. Posible línea de investigación futura. Elaboración propia.

Por último, respecto a la propuesta didáctica, sería interesante comprobar si realmente ayuda a alcanzar el aprendizaje significativo. Para estudiarlo, se podría diseñar un estudio experimental en el que se evaluaran las ideas previas en un grupo de control (post-metodología tradicional) y otro de estudio (post-intervención constructivista) y comprobar si existen diferencias significativas entre ambos grupos.

9. Bibliografía

9.1 Referencias bibliográficas

- Bell, B., Osborne, R. y Tasker, R. (1998). Apéndice A: Averiguar lo que piensan los niños. En: R. Osborne y P. Freyberg, *El aprendizaje de las Ciencias: Influencia de las "ideas previas" de los alumnos* (pp.252-272). (3ªed.) Madrid: Narcea.
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15 (3), 210-217. Recuperado de:
- Caballer, M. J. y Giménez, I. (1992). Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (2), 172-180.
- Caballero, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (2), 227-244.
- 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 [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 155-169.
- Decreto 5/2011, de 28 de enero, de *Educación*. Boletín Oficial de La Rioja, 16, 4 de febrero de 2011.
- Díaz, F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2). Recuperado de: <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html>
- Duschl, R. A. (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (1), 3-14.
- European Comission. (2014). Monitor Education and Training 2014. Spain. *Education & Training*. Recuperado de: http://ec.europa.eu/education/tools/docs/2014/monitor2014-es_en.pdf

- Fernández, J., Elórtogui, N. y Medina, M. (2002) Formación de profesorado de Ciencias de la Naturaleza, de Educación Secundaria, a partir de sus ideas previas. *Investigación en la Escuela*, 47, 65-74
- Gil, J. (2003). Preconcepciones y errores conceptuales en Óptica. Propuesta y validación de un modelo de enseñanza basado en la Teoría de la Elaboración de Reigeluth y Stein. [Tesis doctoral]. Recuperado de: <http://dehesa.unex.es:8080/xmlui/handle/10662/397>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2013). PISA 2012 Informe español. *Boletín de educación*, 21. Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/boletin21pisa2012.pdf?documentId=0901e72b8178650b>
- Jiménez, M. P (2003). Capítulo 6: La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En: M. P. Jiménez, A. Camaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci y A. de Pro, *Enseñar Ciencias* (pp. 119-146). (1ª ed.) Barcelona: Graó.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de *Educación*. Boletín Oficial del Estado, 106, de 4 de mayo de 2006.
- Limón, M. y Carretero, M. (1997). Las ideas previas de los alumnos. ¿Qué aporta este enfoque a la enseñanza de las Ciencias? En M. Carretero, *Construir y enseñar Ciencias Experimentales* (pp. 3-18). (2ª ed.) Buenos Aires: Aique. Recuperado de: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/203532/208031/UNIDAD_1/Lecturas_Unidad_1/TA_Limon-Carretero_Unidad_3.pdf
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140, 5-53.
- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa: Boletín de estudios e investigación*, 6, 83-102
- Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Currículum*, 25, 29-56.
- Moreira, M. A. y Greca, I. M. (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência & Educação*, 9 (2), 301-315.

- Novak, J. D. (2000). Constructivismo humano: un consenso emergente. En Escuela Pedagógica Experimental (Ed), *La enseñanza de las ciencias* (pp. 175-193). Colombia: Editor. Recuperado de: http://www.corporacionepe.org/IMG/pdf/Ensenanza_de_las_ciencias_-_Escuela_Pedagogica_Experimental.pdf#page=180
- Orden ECI/358/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen *los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de las profesiones de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas*. Boletín Oficial del Estado, 312, de 29 de diciembre de 2007.
- Pedrinaci, E. (2003). Capítulo 7: La enseñanza y el aprendizaje de la geología. En: M. P. Jiménez, A. Camaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci y A. de Pro, *Enseñar Ciencias* (pp. 147-174). (1ª ed.) Barcelona: Graó.
- Poynton, T. A. (2007). EZAnalyze (Versión 2.5). Recuperado de: <http://www.ezanalyze.com/>
- Pozo, J. I. (1999). Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 513-520.
- Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (2006). ¿Por qué los alumnos no aprenden la ciencia que se les enseña? En J. I. Pozo y M. A. Gómez (Comps.), *Aprender y enseñar ciencias* (pp. 17-32). (5ª ed.). Madrid: Morata.
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, de *Educación*. Boletín Oficial del Estado, 5, 5 de enero de 2007.
- Serrano, J. M. y Pons, R. M. (2011). El constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13 (1). Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol13no1/contenido-serranopons.html>.
- Solaz-Portolés, J. J. y Sanjosé, V. (2008). Conocimiento previo, modelos mentales y resolución de problemas. Un estudio con alumnos de bachillerato. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10 (1). Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol10/no1/contenido-solaz.html>

9.2 Bibliografía complementaria

Pedrinaci, E. y Gil, C. (2011). *Biología y Geología.4º ESO. Proyecto Conecta 2.0*. Madrid: SM.

10. Anexos

Anexo I: Cuestionario utilizado para la recogida de datos entre los docentes

Estimado profesor,

Mi nombre es Carmen Berlanas Vicente y me dirijo a usted como alumna del máster de formación de profesorado impartido por la Universidad Internacional de La Rioja. Durante la realización de dicho máster es necesario elaborar un Trabajo fin de Máster. En mi caso el Trabajo versa sobre los preconceptos en los alumnos de ciencias.

La agradecería enormemente que dedicara unos minutos a la realización de este cuestionario. En el mismo aparecen dos términos clave:

- * *Ideas previas*: son las concepciones intuitivas que tiene los alumnos sobre algo generalmente erróneas.
- * *Conocimientos previos*: son los conocimientos que tiene un alumno sobre algo como fruto de la instrucción.

El cuestionario es totalmente anónimo.

Muchas gracias.

Centro:

Edad:

Responda cada una de estas preguntas usando la siguiente escala de valoración: Totalmente de acuerdo (4), De acuerdo (3), En desacuerdo (2), Totalmente en desacuerdo

<i>Preguntas</i>	<i>Valoración</i>			
1. Las ideas previas de los alumnos son un factor limitante para su aprendizaje.	1	2	3	4
2. Considero que la aplicación del modelo de cambio conceptual en las aulas es poco factible debido al número de alumnos, a la amplitud de temario y/o a la falta de formación del profesorado.	1	2	3	4
3. La construcción de mapas conceptuales confunde a los alumnos e impide que establezcan relaciones entre sus ideas y conocimientos.	1	2	3	4
4. Diseño mis propias actividades (mapas conceptuales, lluvia de ideas, debates) para detectar las ideas previas de los alumnos.	1	2	3	4

5. Las ideas previas de los alumnos son aleatorias.	1	2	3	4
6. Las clases magistrales (con el apoyo de la pizarra o de una presentación de PowerPoint) y el libro de texto para hacer ejercicios es la mejor metodología para abordar el currículo de ciencias.	1	2	3	4
7. Considero que la existencia de ideas previas obstaculiza el aprendizaje significativo de las ciencias	1	2	3	4
8. El uso de analogías es una buena estrategia para facilitar el cambio conceptual.	1	2	3	4
9. La estrategia del <i>conflicto cognitivo</i> requiere demasiado tiempo para que sea aplicable al aula.	1	2	3	4
10. Considero que las ideas previas son fáciles de sustituir.	1	2	3	4
11. Utilizo cuestionarios ya publicados para detectar las ideas previas de cada UD.	1	2	3	4
12. Si se detectan ideas previas en una UD hay que modificar la planificación que se tenía preparada para tratar de refutarlas.	1	2	3	4
13. Aunque considero importante detectar las ideas previas de los alumnos en cada bloque curricular, en general, no lo hago porque las desconozco.	1	2	3	4
14. El torbellino de ideas no es útil para detectar preconceptos.	1	2	3	4
15. Ante una idea previa, una buena estrategia es provocar en el alumno un conflicto cognitivo. Enfrentarle a una situación donde su preconcepto falle al explicar la realidad.	1	2	3	4
16. El uso de la metodología de transmisión-recepción en el aula de ciencias no permite la detección y refutación de las ideas previas.	1	2	3	4
17. En general, los profesores desconocen que es el modelo de cambio conceptual y/o cómo llevarlo a la práctica.	1	2	3	4
18. En general, debido a la falta de tiempo y extensión del temario asumo que los alumnos tienen adquiridos los conocimientos previos necesarios para abordar nuevos aprendizajes.	1	2	3	4
19. En ocasiones, los libros de texto pueden ser causa de la existencia de ideas previas en los alumnos.	1	2	3	4
20. Evito el uso de analogías para no confundir a los alumnos.	1	2	3	4

Anexo 2: Cuestionario utilizado para la recogida de datos entre los alumnos

Estimado alumno,

Mi nombre es Carmen Berlanas Vicente y me dirijo a usted como alumna del máster de formación de profesorado impartido por la Universidad Internacional de La Rioja. Durante la realización de dicho máster es necesario elaborar un Trabajo fin de Máster.

La agradecería enormemente que dedicara unos minutos a la realización de este cuestionario.

El cuestionario es totalmente anónimo.

Muchas gracias.

Centro:

Sexo:

Curso:

Estudio:

Biología y Geología

Biología

Ninguna

Preguntas	Respuestas	
1. La formación de rocas es un proceso que se da continuamente.	V	F
2. Los continentes son estables, es el nivel del agua de los mares y océanos el que cambia.	V	F
3. Los terremotos y los volcanes son las únicas fuerzas que alteran el relieve.	V	F
4. La digestión acaba y empieza en el estómago.	V	F
5. Los microorganismos no son siempre perjudiciales.	V	F
6. La nutrición y la alimentación son dos términos con un significado diferente.	V	F
7. Las plantas se reproducen únicamente asexualmente.	V	F
8. Las plantas no respiran durante el día.	V	F
9. Es importante conservar insectos en peligro de extinción.	V	F
10. La deforestación y la desertización son problemas ambientales.	V	F
11. La respiración sucede únicamente en los pulmones.	V	F
12. La meiosis es una de las fases de la mitosis.	V	F
13. El ADN solo está presente en los óvulos y espermatozoides.	V	F
14. Una madre con una musculatura muy desarrollada dará a luz a un hijo con una musculatura normal.	V	F
15. Un individuo no evoluciona, lo que evoluciona es la población.	V	F