



Universidad Internacional de La Rioja
Facultad de Educación

Trabajo fin de Máster

Detección de preconceptos erróneos
en la materia de Biología entre el
alumnado de Educación Secundaria

Presentado por: María Carola López Díaz

Línea de investigación: Métodos pedagógicos

Director/a: Lourdes Jiménez Taracido

Ciudad: Madrid

Fecha: Enero 2014

Resumen

El importante papel que juegan las ideas previas de los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde un enfoque constructivista, ha motivado un creciente interés en la Didáctica de las Ciencias por conocerlas, como paso previo para favorecer la modificación de los preconceptos de carácter erróneo mediante la estrategia del cambio conceptual. El presente trabajo tiene por objeto describir, a través de revisión bibliográfica y un pequeño análisis cuantitativo realizado en una muestra de alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria en dos centros educativos andaluces (público y concertado), cuáles son los preconceptos erróneos más frecuentes en esta etapa educativa para la materia de Biología, y corroborar si se corresponden con lo descrito en la literatura científica. Se adelanta que los resultados obtenidos están, en general, en concordancia con lo publicado por los expertos. Finalmente, en función de los resultados obtenidos, se ha planteado una propuesta didáctica acorde al modelo de enseñanza- aprendizaje constructivista, que incida en la detección y refutación de las ideas previas del alumnado en relación al bloque de contenidos relativo a la evolución de las especies.

Palabras clave: preconceptos, constructivismo, cambio conceptual, Biología.

Abstract

The important role that the students' previous ideas plays in the teaching-learning process from a constructivist point of view has led to a growing interest in the Didactic Method Science to know them, as a previous step to encourage the modification of erroneous preconceptions through the strategy of conceptual change. This paper aims to describe, through literature review and a small quantitative analysis performed on a group of students of 4th grade of the Secondary Education System from two Andalusian schools (public and subsidized), which are the most frequent erroneous preconceptions in this educational step in the subject of biology, and corroborate if they correspond to those described in the scientific literature. It can be anticipated that the results are generally consistent with those published by experts. Finally, based on the results obtained, a methodological approach to the constructivist model of teaching-learning has arisen. This approach affects the detection and refutation of students' previous ideas in relation to the content block on the evolution of species.

Keywords: preconceptions, constructivism, conceptual change, Biology.

Índice de contenidos

1. Introducción al Trabajo Fin de Máster.....	4
2. Planteamiento del problema.....	6
2.1 Objetivos.....	8
2.2 Fundamentación de la metodología.....	9
2.3 Justificación de la bibliografía utilizada.....	9
3. Marco teórico.....	10
3.1 Las ideas previas desde la perspectiva constructivista.....	10
3.2 El cambio conceptual.....	13
3.3 Ideas previas en el área de la Biología.....	16
4. Materiales y métodos.....	20
4.1 Instrumento de recogida de datos.....	20
4.2 Tipo de centro y tamaño de la muestra.....	22
4.3 Tratamiento estadístico.....	23
5. Análisis de datos y discusión de resultados.....	24
6. Propuesta didáctica.....	32
7. Conclusiones.....	45
8. Líneas de investigación futuras.....	47
9. Bibliografía.....	48
9.1 Referencias bibliográficas.....	48
9.2 Bibliografía complementaria.....	51
10. Anexos.....	52

1. Introducción

La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo de Educación (en lo sucesivo LOE), actualmente vigente, contempla entre sus prioridades, conseguir una educación de calidad para todos los ciudadanos y promover el aprendizaje a lo largo de la vida.

En el artículo 91 de la misma, se destaca como parte de la labor docente “La investigación, la experimentación y la mejora continua de los procesos de enseñanza correspondiente”, dentro de lo cual la formación adquirida en el presente Máster encuentra todo su sentido. La LOE, ya establece en sus artículos 94, 95, 97 y 98, la necesidad de ostentar por parte del profesorado, la correspondiente titulación y formación de postgrado, que asegure una adecuada capacidad pedagógica y didáctica en el futuro docente. Dicha formación, queda regulada por la Orden ECI/3858/2007, en la que se contemplan los requisitos que han de tener los planes de estudios para la obtención del Máster que habilita para el ejercicio como Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. Entre los mencionados requisitos, se incluye la realización de un Trabajo Fin de Máster (TFM), cuya finalidad principal es la de sintetizar o reflejar toda la formación adquirida durante dicho Máster.

La Universidad Internacional de la Rioja (UNIR), requiere para su Máster Universitario en formación del profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, un TFM con una carga lectiva de 6 créditos. Entre las áreas delimitadas por la UNIR para la realización del mismo, este trabajo se enmarcaría dentro del bloque denominado “Breve investigación sobre aspectos concretos de la especialidad”.

El Trabajo Fin de Máster que se presenta a continuación, describe la problemática que supone desde una perspectiva constructivista, la existencia de ideas previas erróneas en el campo de la Biología, en una amplia mayoría de los estudiantes de Educación Secundaria. Así mismo, se muestran los resultados obtenidos tras la realización de un estudio llevado a cabo entre los alumnos de esta etapa educativa en dos centros educativos de la Comunidad Autónoma Andaluza, con el que se intenta constatar la presencia de los preconceptos erróneos en la materia de Biología, descritos previamente en la literatura científica mediante revisión bibliográfica.

Finalmente, se plantea una propuesta didáctica que favorezca el cambio conceptual en los alumnos y el aprendizaje significativo de las teorías científicas.

➤ **Justificación**

Numerosos estudios ponen de manifiesto los problemas que presentan los alumnos para construir un auténtico conocimiento científico. Esto resulta especialmente llamativo si tenemos en cuenta que mucho de los conceptos incorrectos que tienen los alumnos están siendo explicados a lo largo de toda la etapa de Educación Secundaria, y son mantenidos incluso durante la formación universitaria.

La realización de este trabajo surge de la necesidad de indagar, a través de la revisión de la bibliografía existente, las causas que motivan esas dificultades y que influyen también en gran medida, en la actitud que desarrollan los alumnos ante la Ciencia, como único medio para encontrar soluciones que puedan revertir la situación.

2. Planteamiento del problema

Los mediocres resultados obtenidos por España en Ciencias en las evaluaciones PISA 2012, la creciente desmotivación y falta de interés que presenta el alumnado por el aprendizaje de las ciencias, fácilmente constatable por los docentes día adía en el aula, junto con el hecho de que cada vez son menos los alumnos matriculados en titulaciones científicas, revela que nuestros alumnos no aprenden lo que se les enseña en Ciencias, es decir, tienen dificultades para conseguir un aprendizaje significativo de las mismas (Campanario y Otero, 2000).

Las causas que originan esta situación son diversas y complejas. Al margen de las características del alumnado, existen otros factores relacionados con el contexto escolar y la sociedad, que influyen en el escaso éxito en el aprendizaje significativo de las ciencias. Nos encontramos con un currículo desfasado, que no se ha adaptado a los cambios de la sociedad y se muestra incapaz de responder a las necesidades educativas que demandan los alumnos hoy día. Por otra parte, el profesorado actual se encuentra desbordado ante los continuos cambios formativos (nuevas materias, nuevos métodos, alumnos diversos, reformas educativas...), e instalado en metodologías excesivamente tradicionales, en las cuales se abusa del libro de texto y se enfatiza en la realización de tareas repetitivas con escaso significado científico, que además no muestran la relación ente ciencia-tecnología y sociedad (Campanario y Otero, 2000; Pozo y Gómez, 2006).

Respecto al alumnado, Campanario y Otero (2000) afirman que las ideas previas equivocadas, el uso de estrategias de razonamiento inadecuadas, las particulares concepciones epistemológicas que sobre la ciencia tienen los estudiantes, y las escasas capacidades metacognitivas de los mismos, dificultan el aprendizaje significativo de las ciencias.

De la misma manera, Pozo y Gómez (2006) coinciden en que estamos ante “una crisis educativa”, en la que los alumnos cada vez aprenden menos ciencia y se interesan menos por ella. Esta crisis se atribuye a diversas causas, por un lado, los alumnos presentan dificultades conceptuales en el aprendizaje de las ciencias, es decir, manifiestan ideas previas científicamente incorrectas. En segundo lugar, se observa una deficiencia en el manejo de los contenidos procedimentales. Los alumnos no logran desarrollar las habilidades y destrezas necesarias para la

resolución de problemas científicos, o son incapaces de extrapolar las destrezas adquiridas a nuevas situaciones. También se observa una tendencia a aplicar un mismo modelo de resolución a todos los problemas, sin entender realmente lo que se hace, y a centrarse más en el resultado (que es lo que normalmente se evalúa) que en el proceso para llegar hasta él (falta de control metacognitivo). A esto hay que sumar el uso abusivo en las clases de problemas rutinarios o cerrados desprovistos de significado científico, lo que disminuye el interés por su aprendizaje. Todo ello favorece una serie de actitudes inadecuadas en el alumnado, relacionados con la visión que tienen de la ciencia y su aprendizaje, tales como que *aprender ciencias es repetir lo que el profesor explica en clase* o que ésta sólo sirve para trabajar en un laboratorio, sin establecer una conexión clara con la vida cotidiana.

En el presente trabajo, se profundizará en el importante papel que juegan las preconcepciones de los alumnos, desde un enfoque constructivista, como base sobre la que anclar los nuevos conocimientos para construir un aprendizaje científico significativo.

La idea tradicional de aprendizaje que considera la mente del alumno como una pizarra en blanco o un recipiente vacío, que necesita ser rellenado de información o conocimiento, está actualmente desterrada en el campo de la Didáctica. Hoy en día sabemos que los estudiantes poseen antes de iniciar cualquier instrucción, un conjunto de ideas alternativas, de carácter más o menos intuitivo sobre los contenidos científicos. Este conjunto de ideas, que ha recibido diferentes denominaciones a lo largo de la investigación educativa, Ausubel las llamó “preconceptos”, Novak las denominó “concepciones erróneas”, Pozo y Carretero “concepciones espontáneas”, y más recientemente “concepciones alternativas” o “ideas previas”, constituyen el arsenal con el que cuentan los estudiantes para interpretar la realidad del mundo científico que les rodea (Caballero, 2008).

El problema radica en que en la mayoría de los casos, las ideas previas o preconcepciones de los alumnos, son incorrectas, tal y como ponen de manifiesto numerosos estudios en diferentes áreas del currículo de Ciencias (Jiménez, 2009; Banet, 2000; Banet y Núñez, 1996; Banet y Ayuso, 1995; Banet y Núñez, 1990). Esto conlleva la necesidad de provocar en los alumnos un cambio conceptual que permita el aprendizaje significativo de las teorías científicas (Caballero, 2008). Dicho cambio conceptual no tiene que implicar siempre la sustitución total de la idea previa por la

nueva. En ocasiones, ambas no son del todo incompatibles, por lo que será suficiente con reforzar o enriquecer algunos aspectos de la preconcepción del alumno, lo que se conoce como “captura conceptual”. En cualquier caso, será necesario que se produzca una reestructuración mental adecuada para asegurar un aprendizaje significativo del conocimiento, y evitar una mera memorización del mismo.

La detección de preconceptos erróneos es el paso previo para favorecer el cambio conceptual y conseguir que los alumnos construyan un auténtico conocimiento científico.

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

- Identificar los preconceptos erróneos más comunes en la materia de Biología, entre los alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

➤ Objetivos específicos

- Describir las características y la importancia de las ideas previas en la enseñanza de las ciencias dentro del paradigma constructivista para lograr aprendizajes significativos.
- Distinguir enfoques alternativos descritos por la Didáctica de las Ciencias para refutar las preconcepciones erróneas.
- Describir los principales preconceptos erróneos descritos en la literatura científica para la enseñanza de la Biología y Geología en el alumnado de Educación Secundaria y sus posibles orígenes.
- Recopilar información de una muestra incidental mediante estudio exploratorio.
- Diseñar una propuesta didáctica que favorezca el cambio conceptual de los preconceptos erróneos detectados en los alumnos de 4º de ESO.

2.2. Fundamentación de la metodología

Para la consecución de los objetivos planteados se llevarán a cabo las siguientes acciones:

- Revisión bibliográfica para identificar en la literatura científica los preconceptos erróneos más habituales que presentan los alumnos de Educación Secundaria en el campo de la Biología.
- Realización de un cuestionario, diseñado a tal fin, para constatar la existencia de las ideas previas descritas anteriormente, entre el alumnado de 4^o de ESO de dos colegios de la Comunidad Autónoma Andaluza, uno de carácter concertado (Colegio San Isidoro, Granada) y otro público (IES Francisco Montoya, Almería).

2.3. Justificación de la bibliografía utilizada

La bibliografía consultada para este trabajo, ha sido extraída de diferentes bases de datos o portales de educación, como Redined, Google Scholar o Dialnet. A través de ellas, se han revisado artículos, libros y tesis doctorales relacionadas con el tema. También se ha utilizado para la elaboración de este trabajo, los apuntes proporcionados a lo largo del Máster, así como la legislación relativa al currículo oficial de Educación Secundaria.

Los criterios seguidos para la selección de la bibliografía han sido los siguientes:

- Relación con la temática tratada.
- Registro académico de las publicaciones: se ha seleccionado material procedente de revistas y libros reconocidos en la disciplina.
- Actualidad del material. En este sentido, debido a la escasez de publicaciones en periodos posteriores a 2005, el rango de búsqueda bibliográfica tuvo que ampliarse.
- Facilidad de acceso y acceso libre.

Como aspecto negativo a resaltar en cuanto a la búsqueda de bibliografía, comentar que hay recursos bibliográficos relevantes para el tema a los cuales no se ha podido acceder.

3. Marco teórico

A continuación se expondrán los puntos teóricos principales sobre los que se sustenta el presente Trabajo Fin de Máster. En primer lugar, se hará un recorrido por la importancia de las ideas previas desde el enfoque del modelo didáctico constructivista, describiendo el origen y las características de las preconcepciones erróneas en el alumnado. Seguidamente, se discutirá el papel del cambio conceptual como medio para promover un correcto aprendizaje de los conceptos científicos, y, finalmente, se describirán los preconceptos erróneos más frecuentes, según la bibliografía, entre los alumnos de Educación Secundaria, así como las medidas más adecuadas para favorecer el aprendizaje de contenidos y refutar dichos preconceptos.

3.1. Las ideas previas desde la perspectiva constructivista

Hodson (1985), citado por Totorikaguena (2013, p.5), sostiene que es fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias, definir la metodología científica más efectiva que permita a los alumnos asimilar las teorías vigentes y poder aplicarlas a los procesos adecuados en las situaciones oportunas.

Con el propósito de superar las dificultades en el aprendizaje de las ciencias de la enseñanza tradicional, surgió en la década de los 60 y 70 el *aprendizaje por descubrimiento*, fundamentado en la teoría de Piaget. Según esta teoría, los estudiantes aprenden descubriendo por sí mismos a partir de observaciones y datos empíricos. Se transmitía así una visión errónea del método científico, eludiendo la importancia de los conceptos y reforzando ideas previas incorrectas en los alumnos (Totorikaguena, 2013).

Tras el fracaso que supuso el aprendizaje por descubrimiento, en los años 80, tuvieron gran auge los trabajos de Ausubel y Novak sobre el *aprendizaje por recepción*. Ambos autores concebían el aprendizaje como el proceso por el cual un individuo relaciona los conocimientos adquiridos, con los conceptos que ya conocía (preconcepciones), integrados en su estructura cognitiva (Totorikaguena, 2013). Es así como se desarrolla el aprendizaje significativo, quedando definida también la

importancia de las ideas previas de los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

De los tres modelos didácticos utilizados fundamentalmente en la enseñanza: *modelo de transmisión-recepción, descubrimiento y constructivismo*, es éste último el más aceptado por las corrientes pedagógicas actuales. El constructivismo bebe de las fuentes del aprendizaje significativo y trata de construir los conocimientos partiendo de las propias ideas de la persona, modificándolas o ampliándolas. Sus principales características son:

- Otorga gran importancia a las ideas previas de los alumnos.
- Los contenidos se presentan de forma relevante para el alumno, es decir, de manera que pueda relacionarlos con su vida cotidiana y con la sociedad.
- Se concede igual importancia a los conceptos que a los procedimientos.
- El papel del profesor se centra principalmente en detectar los problemas de aprendizaje para solucionarlos.

El enfoque constructivista incide en lo esencial de tener en cuenta los problemas de los alumnos para aprender, a la vez que proporciona estrategias de enseñanza-aprendizaje eficaces y promueve el desarrollo de la metacognición por parte de los mismos (Mazarío y Mazarío, 2005).

Sin embargo, aunque se creía que la mayoría de los alumnos aprendían los conceptos básicos porque contestaban correctamente a las preguntas teóricas de los exámenes (cualquier profesor sabe que es posible llegar a un juicio correcto a partir de razonamientos incorrectos), se ha puesto de manifiesto un notorio fracaso en el aprendizaje significativo de las ciencias por parte de los alumnos. Numerosos estudios han determinado que existen marcadas diferencias entre los conceptos científicos y las ideas que sobre ellas tienen los estudiantes (Campanario y Otero 2000; Totorikaguena, 2013).

Esta situación ha dado lugar a una prolífica investigación en el campo de las ideas previas en el alumnado, cuyos resultados han revelado algunos aspectos interesantes. Lejos de ser planteamientos incoherentes o meras equivocaciones, parecen tener una serie de características en común (Carretero, 1997):

- Son específicas de dominio, por lo que su detección es dependiente de la tarea que empleemos para identificarlas.

- Tienen carácter implícito, es decir, forman parte de las estructuras cognitivas del sujeto.
- Son construcciones personales, por lo que aunque presenten semejanzas entre sujetos de diferentes culturas, han de ser interpretadas de forma individual.
- Presentan diferente nivel de especificidad/generalidad, en función de si afectan o no a conceptos básicos necesarios para comprender otros. Este aspecto es fundamental a la hora de secuenciar los contenidos en el aula.
- Tienen cierto grado de coherencia, presentándose de manera aislada o formando parte de esquemas conceptuales.
- Son resistentes al cambio. Las explicaciones son diversas, por una parte están estrechamente vinculadas a la vida cotidiana de alumno, donde encajan perfectamente, por lo que no perciben que sea necesario cambiarlas. Por otro lado, en muchas ocasiones no tienen el nivel de conocimiento suficiente para entender los argumentos que se les presentan para inducir el cambio. Así mismo, también se ha postulado la falta de motivación e interés de los alumnos por aprender como posible causa.

Frente a todo esto, surge la pregunta de cuál es el origen de las ideas previas en el alumnado. Gran parte de los autores coinciden en que las preconcepciones tienen su origen en la experiencia cotidiana, y se ven reforzadas por el lenguaje común empleado en el entorno social y los medios de comunicación, caracterizado por su falta de precisión y ambigüedad (Campanario y Otero, 2000) . El uso de analogías inadecuadas en los libros o por parte de los propios docentes, junto con la utilización de heurísticos extraídos de la vida diaria y de poca utilidad en el ámbito científico, también han sido señalado como posible causas (Pozo, Sanz, Gómez y Limón, 1991).

A esto hay que sumar el uso de una metodología inadecuada por parte de los docentes, basada en la mera transmisión de los conocimientos científicos, mostrándolos como productos acabados y sin enseñar el proceso que conlleva su elaboración, así como la falta de concienciación de los mismos sobre las ideas previas de los alumnos y su influjo en el aprendizaje, lo que dificulta su erradicación (Campanario y Moya, 1999). Para evitarlo, es fundamental una buena formación psicopedagógica en los docentes.

Totorikaguena (2013, p.11) cita a Jones, Carter y Rua (2000), quienes constataron que los profesores que conocen las ideas previas de los alumnos consiguen que éstos obtengan mejores resultados. De igual forma, Schoon y Boone (1998), citados por Caballero (2008, p.228) señalan que los profesores que saben que las ideas previas de sus alumnos coinciden con las suyas, muestran más seguridad y confianza a la hora de enseñar contenidos científicos.

La aplicación del enfoque de las ideas previas desde una perspectiva constructivista en el aula, conlleva por tanto, dos implicaciones principales (Carretero, 1997):

- Los docentes deben elaborar sus propias técnicas e instrumentos, según las características de sus alumnos, para evaluar sus ideas previas. Las tareas prácticas y las actitudes, esenciales para el correcto aprendizaje de las ciencias, pueden ser también trabajadas formulando problemas en los que se reflejen las preconcepciones de los alumnos sobre un determinado tema.
- Una vez detectadas los preconceptos erróneos en los alumnos, se debe buscar las medidas adecuadas para favorecer en ellos el cambio conceptual.

3.2. El cambio conceptual

Ante la persistencia de las ideas previas en los alumnos y, tratando de formular un alternativa a la enseñanza por transmisión-recepción y por descubrimiento, se planteó el ***cambio conceptual*** como punto de partida del modelo constructivista (Campanario y Moya, 1999). El modelo de cambio conceptual propuesto inicialmente por Posner, Strike, Hewson y Gertzog (1982), aboga por sustituir las ideas previas erróneas de los alumnos por explicaciones científicas adecuadas para explicar los fenómenos y resolver los problemas que las ideas previas no pueden. Previamente, Hewson (1981), citado por Oliva (1999, p.97), propuso ampliar el concepto de cambio conceptual e incluir aquellos casos en los que las ideas previas y las nuevas no sean totalmente incompatibles, mezclándose e integrándose ambas en un proceso denominado *captura conceptual*.

En cualquier caso, para que el cambio conceptual sea posible se requiere (Posner et al, 1982):

- Insatisfacción del alumno con sus preconcepciones.

- Una concepción alternativa inteligible, de manera que el alumno pueda integrarla con sus concepciones previas.
- Una concepción alternativa que pueda resolver las contradicciones creadas por su predecesora, y ofrecer nuevos puntos de vista al alumno (Figura 1).

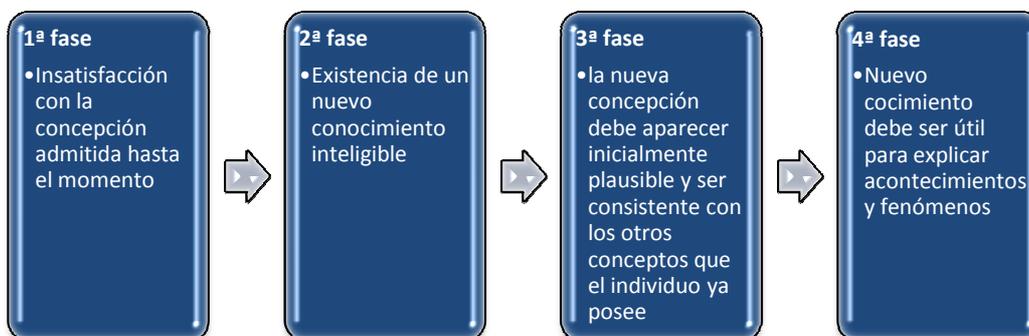


Figura 1. Esquema de los pasos necesarios para que se produzca el cambio conceptual.

Además, es necesario que se produzca también un cambio de metodología en la aulas, más próximo al constructivismo, en el que alumno y profesor tengan un papel mucho más activo y se anime a los primeros a expresar sus ideas, a pensar rigurosamente, y a modificarlas si es necesario (Campanario y Moya, 1999), junto con el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los alumnos, que les permita autorregular su proceso de formación (Hewson y Beeth, 1995).

En esta línea se han posicionado otros autores como White y Gunstone (1989), Reif y Larkin (1991) o Vosniadou (1994), citados por Carretero (1997, p.13), que creen que el cambio conceptual no es sólo lograr que los alumnos cambien sus creencias, sino más bien que desarrollen estrategias metacognitivas, e incluso actitudinales, ya que se requiere también de interés para resolver una determinada tarea.

Este complejo conjunto de factores podría explicar porqué resulta tan costoso conseguir el cambio conceptual en los alumnos, teniendo en cuenta además otros factores como el poco tiempo del que dispone el profesor, la amplitud de los contenidos a impartir y su escasa disponibilidad para atender a los alumnos de manera personalizada (Carretero, 1997).

Es evidente, por tanto, que es necesario disponer de un amplio repertorio de técnicas y recursos para conocer en primer lugar cuáles son las ideas previas incorrectas de los alumnos en un área determinada, y después intentar provocar el cambio conceptual en ellos.

Para hacer explícitas las preconcepciones de los alumnos se han propuesto diferentes opciones (Campanario y Moya, 1999; Carretero, 1997; Gil et al., 1999):

- Cuestionarios cerrados sobre aspectos conflictivos para los alumnos.
- Torbellino de ideas al inicio de un tema.
- Problemas abiertos para explicar fenómenos relacionados con la vida cotidiana de los estudiantes.
- Uso de ejemplos adecuados en el aula.
- Elaboración de mapas conceptuales.
- Coloquios o debates dirigidos en grupo, y pequeñas entrevistas individuales.
- Demostraciones.
- Trabajos en el laboratorio.

De igual modo, se ha planteado también propuestas para favorecer el cambio conceptual, entre las que destacan (Carretero, 1997; Gil et al., 1999; Oliva, 1999):

- Conflicto cognitivo: plantear situaciones o contraejemplos a los alumnos en los que se le haga ver la imposibilidad de que sus ideas expliquen de forma satisfactoria los fenómenos o procesos naturales estudiados. Es una de las estrategias más empleadas.
- Uso de analogías.
- Resolución de problemas.
- Discusiones en grupo.
- Elaboración de posters una vez que se haya finalizado un tema.
- Actividades de simulación, mediante programas informáticos basados en el funcionamiento cognitivo del sujeto, sobre conceptos concretos, para que los alumnos construyan modelos causales que les lleven a un nivel de comprensión adecuado.

Pese a todo, tal como se ha dicho anteriormente, las ideas previas de los alumnos se muestran resistentes al cambio y no siempre las acciones dirigidas a promover el cambio conceptual resultan exitosas, muestra de ello son los estudios realizados por

Carretero y Limon (1995) o Linder (1993), citados por Campanario y Otero (2000, p.157), o las investigaciones de Chinn y Brewer (1993), citadas por Carretero (1997, p.14), en la que se constata que el conflicto cognitivo no es garantía por sí mismo de cambio conceptual en los estudiantes.

Si bien la estrategia del conflicto cognitivo puede ser útil si se emplea en su justa medida y en combinación con otras estrategias, no ha dejado de recibir ciertas críticas por no lograr los resultados esperados, por el mucho tiempo que consume su aplicación y por la desmotivación que supone para los alumnos el rechazo continuado de sus ideas. A esto hay que añadir las críticas que ponen en duda el carácter constructivista de esta estrategia, pues el constructivismo invita al aprendizaje desde lo que sabe el alumno y no desde lo que no sabe.

Como alternativa, se han desarrollado otros planteamientos destinados a promover también el cambio conceptual pero alejados del conflicto cognitivo, como son el *proyecto SEPIA (Science Education through Portfolio Assessment)*, propuesto por Duschl (1995) o el modelo de *enseñanza por investigación*. Ambos comparten el objetivo de conseguir que los alumnos adopten el conocimiento y los métodos científicos para la resolución de problemas (Oliva, 1999).

En cualquier caso, y sea cual sea la estrategia didáctica por la que se opte, Oliva (1999) afirma que sólo obtendremos resultados satisfactorios en la enseñanza de las ciencias, si tenemos en cuenta el papel fundamental que ejerce en este proceso la metacognición del alumno, pues sin un compromiso cognitivo ni afectivo por su parte, no es posible un auténtico aprendizaje de las ciencias.

3.3. Ideas previas en el área de la Biología

Jiménez y Sanmartí (1997), citado por Pozo y Gómez (2006, p.31), señalan que la enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria debe ir enfocada a la consecución de cinco objetivos:

- Aprendizaje de conceptos.
- Desarrollo de destrezas cognitivas y estrategias de razonamiento.
- Desarrollo de habilidades experimentales y resolución de problemas.
- Desarrollo de actitudes.

- Construcción de una visión de ciencia.

Los problemas en el aprendizaje de la Biología no se han desarrollado tan extensamente como ha ocurrido por ejemplo en el campo de la Física. Jiménez (2009) achaca esta circunstancia a que los resultados obtenidos en la materia siguen siendo medianamente aceptables y a que continúa interesando a parte del alumnado. Aún así, se ha constatado un descenso en el porcentaje de alumnos matriculados en Ciencias Experimentales en los últimos años.

Aunque se detectan errores conceptuales en varias ramas de la Biología, los problemas de aprendizaje parecen especialmente profundos en las áreas referentes a la fotosíntesis, la evolución y la genética, algo llamativo si tenemos en cuenta que ésta última, por ejemplo, ha sufrido un gran revolución en los últimos tiempos y tiene una gran difusión en los medios de comunicación (alimentos transgénicos, secuenciación del genoma humano...)(Jiménez, 2009).

Diversos autores han descrito algunos de los problemas conceptuales que presentan los alumnos en relación a la Biología, y que se presentan a continuación en la Tabla 1, distribuidos por bloques temáticos.

Tabla 1. Preconceptos erróneos más comunes en alumnos de Educación Secundaria (Banet, 2000; Jiménez, 2009).

BLOQUES	PRECONCEPTOS ERRÓNEOS
Fisiología del ser humano	Confusión entre alimentación y nutrición. Función de la nutrición exclusivamente energética. Estómago como órgano principal de la digestión. Confusión entre excreción y defecación. El sistema endocrino no interviene en la función de relación. Insuficiente información sobre reproducción sexual y embarazo. El corazón limpia la sangre.
Plantas	Las plantas se alimentan de agua y tierra. Equiparación entre fotosíntesis y respiración. No tienen reproducción sexual. Fotosíntesis por el día y respiración por la noche. Dificultad para diferenciar fruto y fruta. Desinterés por la conservación de las plantas.
Animales	Consideración de animal sólo a vertebrados y mamíferos. Los invertebrados carecen de reproducción sexual y sistema nervioso. Antropomorfismo.
Ecología y medio ambiente	Ecosistemas formados sólo por seres vivos. Percepción lineal de las redes tróficas. Falta de comprensión del flujo de la materia y energía en los ecosistemas. Los ecosistemas no cambian con el tiempo.
Seres vivos	Restringir lo vivo a lo animal. Presencia no universal de las células. Creencia en la generación espontánea. La respiración es un proceso pulmonar, no celular. No todos los órganos están constituidos por células. Asociación del término microorganismo con perjudicial. Tamaño de los organismos determinado por el tamaño de sus células.
Genética	Las células de un organismo tienen diferente información. Los cromosomas sexuales sólo se encuentran en los gametos.
Evolución	Los seres vivos evolucionan para adaptarse al medio ambiente.

Para favorecer el aprendizaje de conceptos, Banet (2000) propone aplicar las siguientes medidas:

- Adoptar un modelo constructivista que fomente el aprendizaje significativo y el cambio conceptual.
- Considerar el nivel de dificultad de los contenidos, dedicando más tiempo a aquellos aspectos más difíciles de comprender por los alumnos, como son los procesos y funciones, que a las estructuras biológicas.
- Elaboración de esquemas conceptuales para facilitar la organización y relación de conceptos.
- Modificar las estrategias de aprendizaje de los alumnos: sustituir el aprendizaje memorístico por el aprendizaje comprensivo. Para ello, es

conveniente minimizar el uso del modelo de transmisión-recepción y no sobrecargar de conceptos las explicaciones, pues un aprendizaje significativo requiere para que ocurra de un cierto tiempo.

4. Materiales y métodos

Para cumplir con los objetivos expuestos en el presente Trabajo Fin de Máster, se pretende evaluar los preconceptos existentes en la materia de Biología en una muestra de alumnos de 4º de ESO de dos centros educativos (público y concertado), con la finalidad de comprobar si hay correspondencia entre los resultados obtenidos y lo descrito en la literatura pertinente al tema.

4.1. Instrumento de recogida de datos

El instrumento de recogida de datos consiste en un cuestionario formado por 15 ítems de respuesta cerrada (verdadero o falso), con el que se pretende detectar cuáles son las preconcepciones erróneas que existen en una muestra incidental de estudiantes de 4º de ESO en relación a la materia optativa de Biología. El cuestionario ha sido confeccionado de acuerdo a las preconcepciones descritas previamente en la literatura por diversos autores entre los alumnos de Educación Secundaria. La Tabla 2 recoge la relación de preconceptos planteados en el cuestionario y las cuestiones que tratan de detectarlos.

Tabla 2. Relación de preconceptos erróneos comunes en Educación Secundaria (Banet, 2000; Jiménez, 2009) y cuestiones planteadas para su análisis.

BLOQUES	PRECONCEPTOS	CUESTIONES RELACIONADAS
Fisiología del ser humano	Confusión entre excreción y defecación	1
	Confusión entre alimentación y nutrición	2
Plantas	Estomago como órgano principal de digestión	15
	No tienen reproducción sexual	3
	Fotosíntesis durante el día, respiración por la noche	5
Ecología y medio ambiente	Problemas en la comprensión del flujo de materia y energía en los ecosistemas	9, 11
	Ecosistemas formados sólo por seres vivos	10
Seres vivos	Tamaño de los organismos determinado por el tamaño de sus células	4
	Respiración como proceso pulmonar	6
	Creencia en la generación espontanea	7
	Asociación de microorganismo con perjudicial	8
	Restringir lo vivo a lo animal	12
Genética	Los cromosomas sexuales sólo están en los gametos	14
Evolución	Evolución de los seres vivos para adaptarse al medio	13

El cuestionario se ha llevado a cabo de forma anónima y se adjunta en el Anexo I del presente documento.

4.2. Tipo de centro y tamaño de la muestra

El estudio se ha realizado en dos centros educativos de la Comunidad Autónoma Andaluza:

- Colegio San Isidoro: centro concertado ubicado en Granada capital. En él se imparten todas las etapas educativas, desde Infantil hasta Bachillerato, siendo la enseñanza de éste último de carácter totalmente privado. Se sitúa en un barrio de nivel socioeconómico medio.
- IES Francisco Montoya, centro público situado en la localidad de las Norias de Daza, dependiente del municipio de El Ejido (Almería). Imparte Educación Secundaria, PCPI y el Ciclo Formativo de Grado Medio “Sistemas Microinformáticos y Redes”. El nivel socioeconómico de la localidad de las Norias es bajo, ya que la mayor parte de su población viven de la agricultura y los invernaderos de la zona. El instituto cuenta con un amplio margen de alumnado inmigrante.

La elección de los centros se debió al interés en comparar los resultados obtenidos en la temática de estudio entre la educación concertada/privada y la educación pública.

Se decidió tomar como muestra de estudio, a los alumnos de 4º de ESO que cursan la materia de Biología, ya que al estar cursando el último nivel de la Educación Secundaria Obligatoria, deberían de disponer de una visión global de la materia de Biología y Ciencias de la Naturaleza impartidas a lo largo de toda la etapa educativa, de manera que ilustraría mejor si cabe, la existencia de las preconcepciones erróneas objeto de estudio. Los grupos presentan las siguientes características:

- 4º de ESO del Colegio San Isidoro: compuesto por 26 alumnos, de los cuales 14 son chicos y 12 son chicas.
- 4º de ESO del IES Francisco Montoya: compuesto por 17 alumnos, de los cuales 2 son chicos y 15 son chicas.

En las Figuras 2 y 3 se muestra la distribución de la muestra de estudio según el carácter del centro y el género.

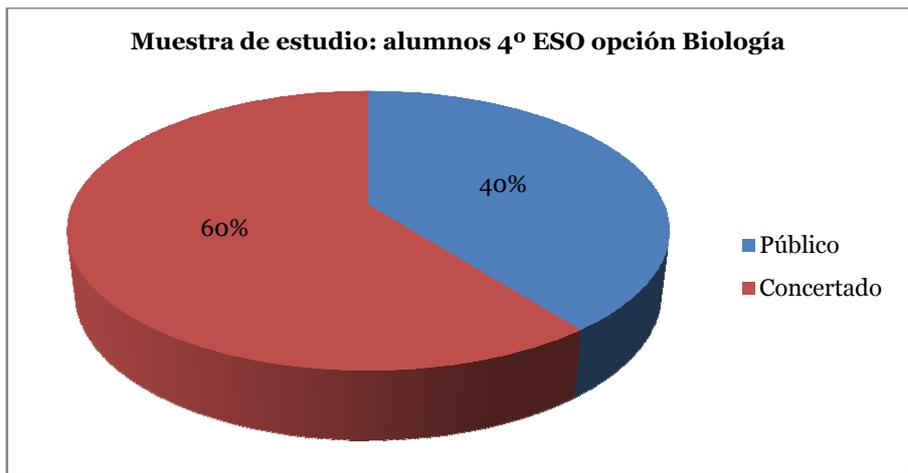


Figura 2. Distribución de la muestra de estudio según el centro educativo.

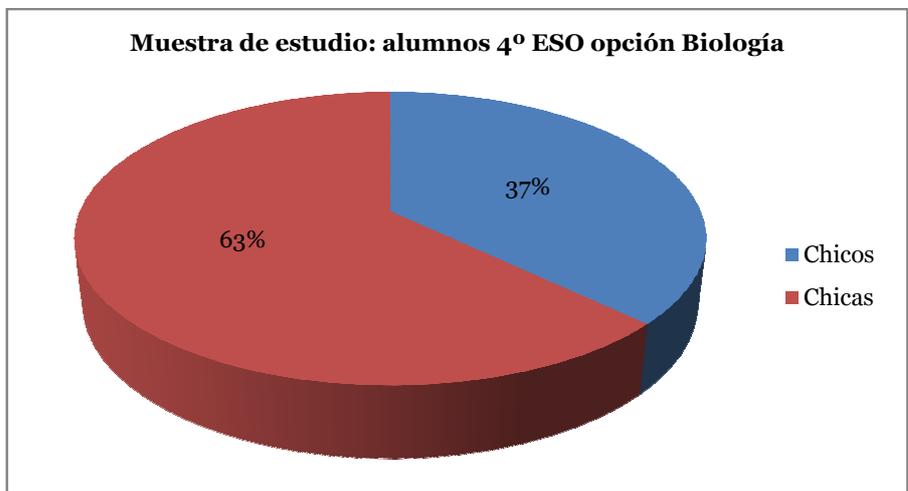


Figura 3. Distribución de la muestra de estudio por género.

4.3. Tratamiento estadístico

Tras la recogida de la información obtenida a partir de los cuestionarios, se llevará a cabo un análisis estadístico descriptivo de los mismos, con la ayuda del programa EZAnalyze, complemento gratuito para educación del software Excel (Poynton, 2007), mostrando los resultados en forma de porcentajes.

5. Análisis de datos y discusión de resultados

A continuación se procederá a exponer y comentar los resultados obtenidos tras el tratamiento estadístico de los datos extraídos de los cuestionarios realizados.

Distribución de frecuencias

La Tabla 3 refleja los ítems de respuesta cerrada que conforman el cuestionario realizado sobre preconceptos.

Tabla 3: ítems contenidos en el cuestionario.

PORCENTAJE DE ERRORES Y ACIERTOS POR ÍTEM			
ÍTEMS		% ERROR	% ACIERTO
1	La excreción es la expulsión de las heces (F)	69,8	30,2
2	La nutrición consiste en la ingestión de los alimentos (F)	69,8	30,2
3	Las plantas tienen reproducción sexual (V)	79,1	20,9
4	Las células de un elefante son más grandes que las de una hormiga (F)	16	83,3
5	Las plantas realizan la fotosíntesis durante el día y respiran por la noche (F)	86	14
6	La respiración se realiza en la célula (V)	53,5	46,5
7	Los gusanos o insectos nacen espontáneamente del polvo (F)	2,3	97,7
8	Todos los microorganismos producen enfermedades (F)	2,3	97,7
9	El intercambio de materia en un ecosistema es cerrado, puesto que la materia se recicla (V)	67,4	32,6
10	Un ecosistema es un conjunto de plantas y animales que viven en un lugar protegido (F)	57,1	42,9
11	El intercambio de energía en un ecosistema es abierto, ya que la energía que entra se pierde en distintos procesos (V)	23,3	76,7
12	Los animales son los únicos seres vivos del planeta (F)	0	100
13	La adaptación biológica se debe a que los organismos efectúan conscientemente cambios físicos en respuesta a cambios ambientales, como el cuello de la jirafa para comer las hojas más altas de los árboles (F)	88,4	11,6
14	Los cromosomas sexuales están presentes en todas las células (V)	47,6	52,4
15	La digestión ocurre en el estómago (F)	58,1	41,9

La Figura 4 recoge los resultados obtenidos en la muestra de estudio en términos de errores y aciertos.

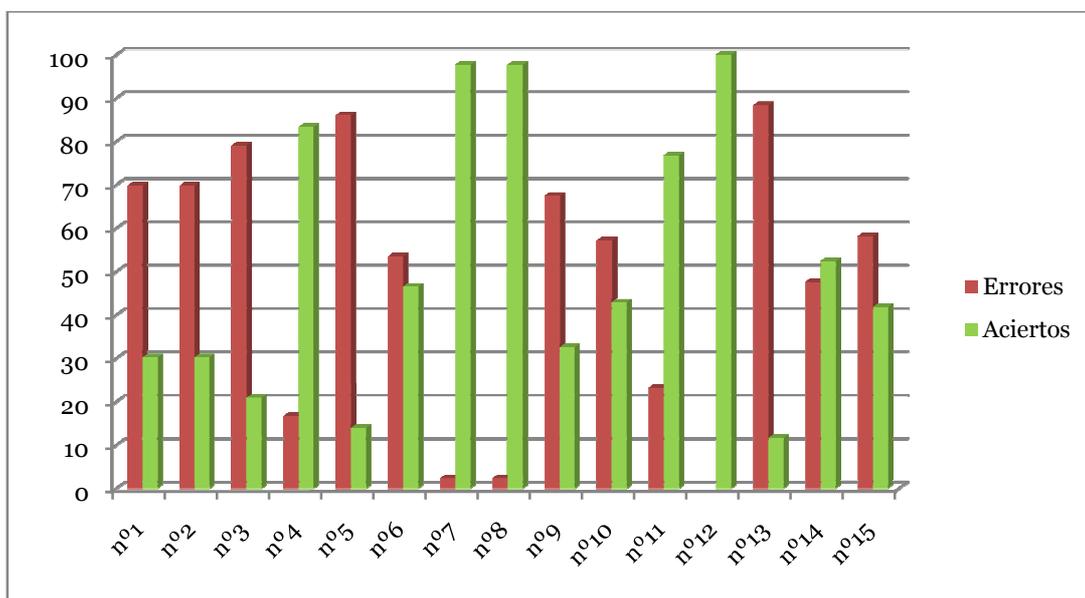


Figura 4. Porcentajes de errores y aciertos para cada ítem en la muestra de estudio.

De los resultados expuestos cabe destacar varios aspectos:

- Existen ciertas áreas de la Biología en las cuales los alumnos presentan graves problemas conceptuales:
 - Aproximadamente el 70% de los alumnos confunden proceso de excreción y defecación.
 - Casi el 70% de los alumnos equiparan nutrición a alimentación.
 - Casi el 80% del alumnado cree que las plantas no tienen reproducción sexual.
 - Algo más del 85% de los alumnos encuestados no concibe la fotosíntesis y respiración en las plantas como procesos simultáneos en el tiempo.
 - Más del 65 % del alumnado no entiende el intercambio de materia en un ecosistema como un proceso cerrado.
 - Más del 55% del alumnado tiene una definición incorrecta de ecosistema.
 - Casi el 90% de los alumnos opina que los organismos se adaptan conscientemente al medio ambiente que les rodea.
 - Aproximadamente el 60% del alumnado considera que la digestión ocurre en el estómago, ignorando el resto de órganos que intervienen.

- Aunque con resultados no tan notorios, pero también preocupantes, se observa:
 - Algo más de la mitad de los alumnos, siguen sin asociar respiración a proceso celular.
 - Casi la mitad de los alumnos no ubica los cromosomas sexuales en todas las células.
 - Poco más del 20% de la muestra considera que el intercambio de energía en un ecosistema no es abierto.

- En contraposición, se evidencian preconceptos aparentemente superados según nuestro estudio:
 - Más del 80% de la muestra no asocia el tamaño de un organismo con el de sus células.
 - Casi la totalidad de la muestra rechaza la teoría de la generación espontánea.
 - Igualmente, casi la totalidad de los alumnos, no asocia por defecto microorganismos a enfermedades.
 - Prácticamente todos los alumnos de la muestra no identifican exclusivamente a los animales como seres vivos.

De lo anteriormente expuesto, se constata que los alumnos presentan resultados claramente insatisfactorios en la comprensión de la Biología, por afectar a conceptos básicos de la materia y a áreas muy amplias dentro de ésta. Los resultados son si cabe más preocupantes si tenemos en cuenta que los alumnos encuestados pertenecen al último curso de Educación Secundaria y que las cuestiones preguntadas han sido, en su mayor parte, vistas durante toda la etapa educativa. Muchos de estos alumnos podrían fácilmente acceder al Bachillerato manteniendo estos preconceptos erróneos, lo que les dificultará la comprensión de contenidos más complejos, o en el caso de aquellos alumnos que abandonan los estudios, estos preconceptos constituirán parte del conocimiento científico que mantendrán el resto de sus vidas.

Por otra parte, los resultados obtenidos corroboran en gran parte lo descrito por diferentes autores en la literatura científica en relación a las concepciones erróneas en este segmento del alumnado.

Los problemas de comprensión son especialmente graves en los temas relativos a la evolución, con un porcentaje de error de casi el 90%, y la fotosíntesis, donde el porcentaje de error en los alumnos supera ligeramente el 85%.

La consideración de que la evolución está dirigida hacia un fin determinado (generalmente sobrevivir o dejar descendencia), está ampliamente extendida entre el alumnado, tal y como señalan Grau y De Manuel (2002), citados por Fernández y Sanjosé (2007, p.145). Precisamente, éstos últimos autores, Fernández y Sanjosé (2007), llevaron a cabo un estudio sobre la presencia y permanencia de ideas alternativas sobre la evolución de las especies, en una muestra de estudiantes de 4º de ESO y estudiantes universitarios de carreras no científicas. La aceptación de concepciones lamarckistas de evolución por necesidad de sobrevivir y de cambio por uso/desuso de órganos, estaba presente en el 40-50% de los alumnos de secundaria, porcentaje que llegaba hasta más del 90% en el alumnado universitario. Gándara, Gil y Sanmartí (2002) ahondan en las posibles causas de este fenómeno, estudiando cómo se traslada el modelo científico de “adaptación biológica” al medio escolar. Sostienen que la ambigüedad empleada en el aula para definir el término adaptación en los seres vivos, la imprecisión en la explicación de qué es aquello que se hereda y se adquiere a lo largo del tiempo, junto con la ausencia de una genética ecológica y de un correcto modelo de desarrollo ontogénico, propicia la transmisión de un modelo conceptual erróneo sobre la evolución, y la idea en los alumnos de que ésta se produce por la necesidad de sobrevivir.

Por otro lado, también se constata lo observado por Astudillo y Gené (1984), en cuanto a que los alumnos no parecen tener nada claro cuándo operan los procesos de fotosíntesis y respiración en las plantas.

Respecto a genética, aunque con mejores resultados que las dos anteriores cuestiones, todavía casi la mitad de los alumnos encuestados opina que los cromosomas sexuales no están presentes en todas las células. Si a esto unimos que prácticamente el 80% del alumnado opina que las plantas no tienen reproducción sexual, al margen del error que esto supone desde un punto de vista botánico, podemos entender, tal y como apunta Caballero (2008), parte de los problemas que presentan los alumnos en la comprensión de las Leyes de Mendel y en la resolución de problemas de genética mendeliana.

En cuanto a la fisiología humana, autores como Banet y Nuñez (1990;1996) ya habían señalado en numerosas publicaciones, los errores conceptuales que tienen los alumnos en relación a la función de nutrición. En efecto, nuestro estudio verifica que los alumnos confunden frecuentemente excreción con defecación (70%), equiparan alimentación a nutrición (70%), no conciben la respiración como un proceso celular (53%) y tienden a restringir la digestión solamente al estómago (58%). Parte de estos errores se ven acentuados, en primer lugar, por el propio lenguaje cotidiano, en el que la acepción “respiración” se atribuye casi en exclusividad al intercambio gaseoso que tiene lugar en los pulmones, y en segunda instancia, por los propios libros de texto, que en muchas ocasiones emplean indistintamente el término respiración para referirse tanto al proceso celular de obtención de energía como al intercambio gaseoso (Unamuno, 1997).

En referencia a esto, y desde la experiencia personal, he podido comprobar cómo el lenguaje coloquial puede inducir a error, por ejemplo, el hecho de que se emplee cotidianamente el término excremento para designar las heces, y que excremento y excreción tengan cierta similitud lingüística, propicia que los alumnos tiendan a asociar estos conceptos.

Respecto al área de la ecología, también se observan errores patentes, comenzando porque gran parte del alumnado (57%) ni siquiera entiende correctamente qué es un ecosistema. Además, el ciclo de la materia y energía en el mismo, tampoco parece ser comprendido por los estudiantes, con un porcentaje de error en la respuesta del 67% y el 23%, respectivamente. La falta de comprensión en estos aspectos de la ecología, ha sido documentado por autores como Bermúdez y De Longhi (2008) y Jiménez (2009), aunque no se ha encontrado referencias bibliográficas que apunten a la existencia de diferencias tan marcadas en la comprensión de uno y otro como las halladas en este estudio, cuestión que podría ser estudiada con mayor profundidad en investigaciones ulteriores.

Por otra parte, otras ideas previas erróneas, también descritas en la literatura, no han sido observadas en el estudio o se han constatado con porcentajes bajos o muy bajos. Es el caso de la tendencia a pensar que el tamaño de los seres vivos es consecuencia del tamaño de sus células, que sólo ha sido aceptado por casi el 17% del alumnado encuestado. También se observa un rechazo a la teoría de la generación espontánea, mantenida por un escaso 2% de los alumnos. La idea de considerar los

microorganismos como perjudiciales por defecto, es apoyada por tan sólo un 2%, mientras que el preconcepto erróneo de restringir lo “vivo” sólo a lo animal, no ha sido corroborado en el estudio, ya que la totalidad de los alumnos lo han considerado falso.

En cuanto a sexo, se realizó un análisis estadístico para detectar posibles diferencias entre alumnos y alumnas, que concluyó con la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre unos y otros. La Figura 5 recoge los resultados obtenidos según sexo.

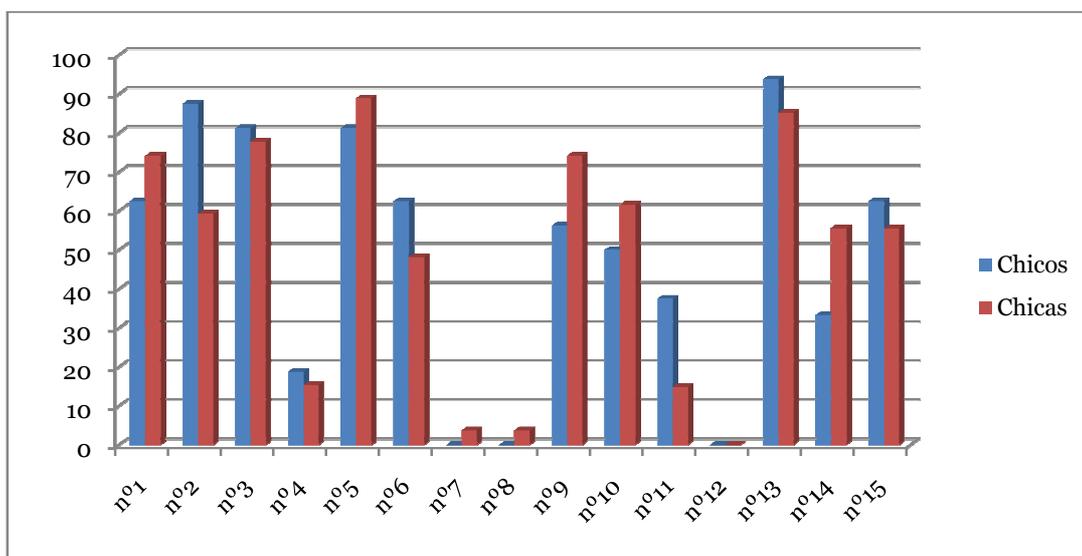


Figura 5. Porcentajes de errores para cada ítem según sexo.

Si establecemos una comparativa entre los resultados obtenidos por los alumnos del centro concertado y del centro público (Figuras 6 y 7), éstos son similares para el grueso de preguntas, aunque si existen algunas diferencias importantes en los resultados obtenidos para determinados ítems, y que pueden observarse con mayor claridad en la Figura 7.

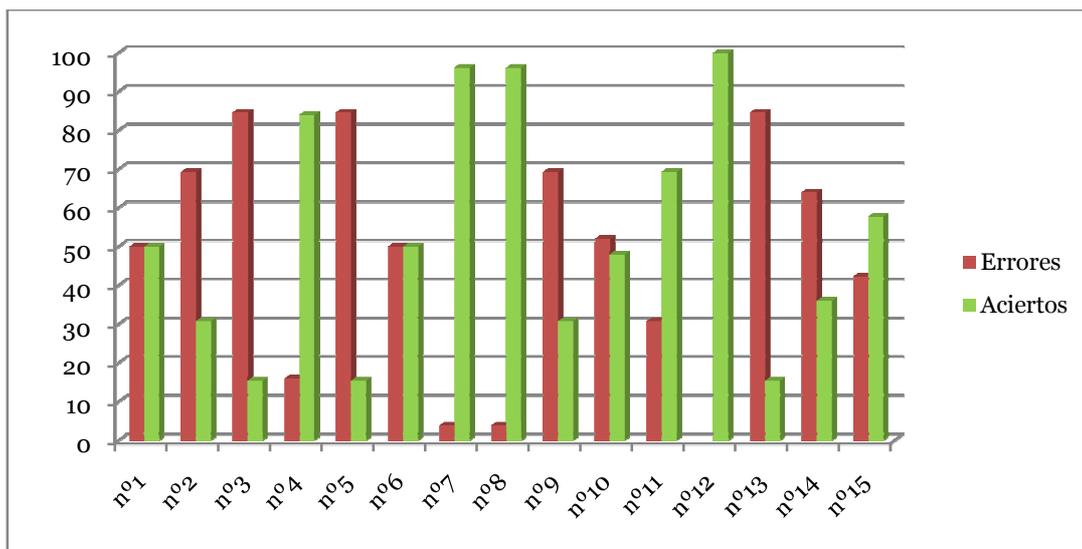


Figura 6. Porcentajes de errores y aciertos para cada ítem en el **centro concertado**.

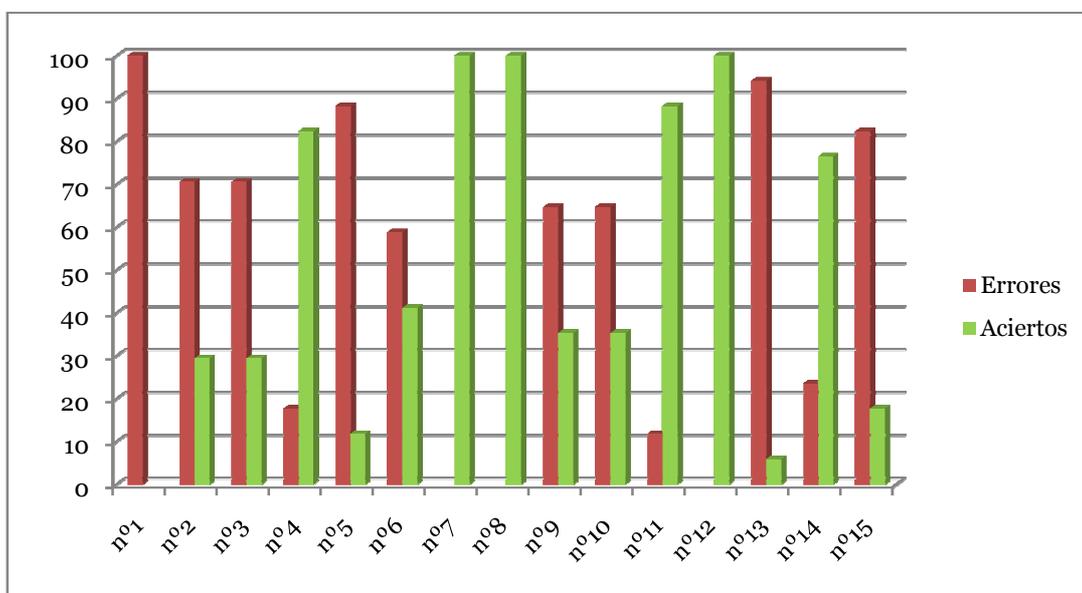


Figura 7. Porcentajes de errores y aciertos para cada ítem en el **centro público**.

Es el caso de la pregunta que hace alusión a la excreción como proceso de defecación, que ha sido fallada por la totalidad de los alumnos del centro público, y por la mitad del centro concertado. Lo mismo ocurre con la cuestión referente al papel del estómago en el proceso de digestión, que presenta un porcentaje de error de poco más del 80% en el centro público respecto a algo más del 40% del centro concertado.

Sin embargo, si los conceptos relacionados con la nutrición parecen estar más claros para los alumnos del centro concertado, lo mismo le ocurre a los alumnos del centro

público para los temas de ecología y genética, pues la cuestión sobre el flujo abierto de energía en los ecosistemas tiene un porcentaje de error de un 12% aproximadamente en el centro público, y de algo más del 30% en el centro concertado. Respecto a la cuestión referida a la presencia universal de los cromosomas sexuales en todas las células, ésta ha sido fallada por poco más del 20% de la muestra del centro público, mientras que este porcentaje ascendía a casi el 65% para el centro concertado.

A raíz de los resultados obtenidos en el estudio, cabe preguntarse si efectivamente, como apunta Campanario y Otero (2000), nuestros alumnos, que están a punto de concluir la Educación Secundaria y han superado supuestamente con éxito los exámenes de la materia para conseguirlo, mantienen realmente dos esquemas de conocimiento: uno con las teoría científicas, que no entienden, pero que les sirven para aprobar los exámenes, y otro alternativo con sus propias ideas, que emplean para comprender e interactuar con el medio que les rodea.

Finalmente, si comparamos el porcentaje de errores de ambos centros (Figura 8), podemos observar que la cuestión donde los alumnos erran de forma generalizada, independientemente del centro educativo, es aquella cuestión que hace referencia a la evolución (nº 13), razón por la que se ha creído conveniente elegir dicha temática para elaborar una propuesta didáctica.

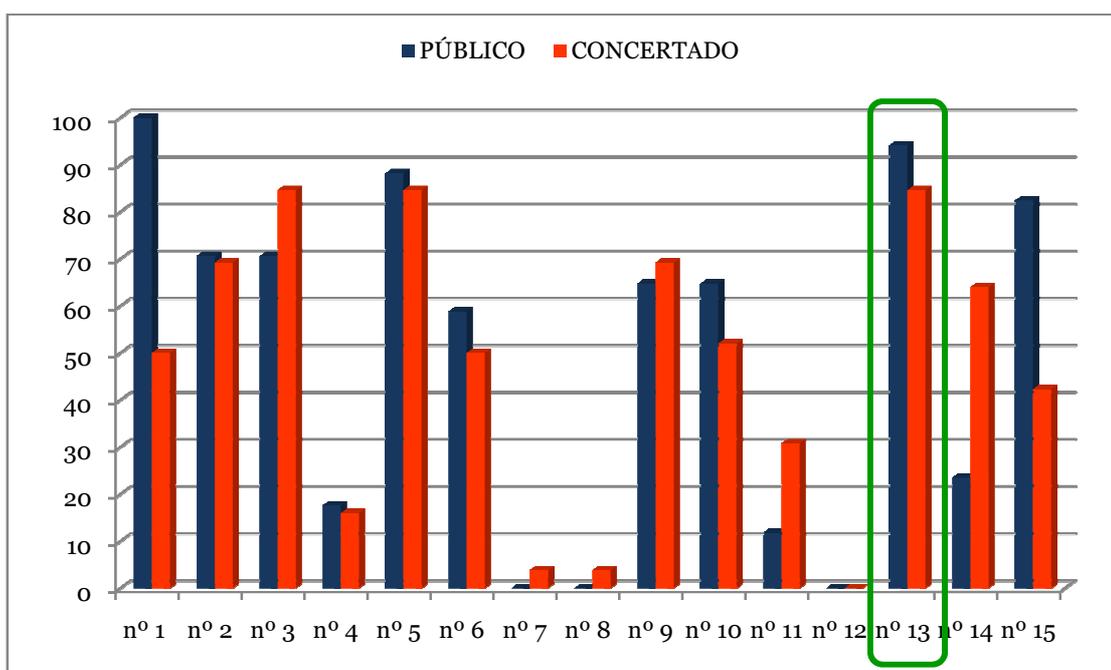


Figura 8. Porcentajes de errores obtenidos para cada ítem en **ambos centros**.

6. Propuesta didáctica

En relación a lo expuesto anteriormente se presenta una propuesta didáctica desde una perspectiva constructivista, que trata de favorecer el cambio conceptual y el aprendizaje significativo en los alumnos. El tema escogido para la propuesta es el de la evolución de las especies, ya que ha sido la pregunta, según nuestro estudio, que mayor porcentaje de error ha obtenido por parte de los alumnos y, en principio, la que mayor falta de comprensión conceptual presentaría.

A continuación se muestra en la Tabla 4, la relación de contenidos, criterios de evaluación y competencias básicas que se pretenden conseguir con la propuesta didáctica presentada, según el Anexo II del RD de Enseñanzas mínimas de Educación Secundaria Obligatoria.

Tabla 4. Contenidos, criterios de evaluación y competencias básicas trabajadas en la propuesta didáctica.

Biología y Geología 4º ESO (RD 1631/2006)	
Contenidos	<p>Bloque 3: la evolución de la vida <i>Origen y evolución de los seres vivos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Evolución de los seres vivos: teorías fijistas y evolucionistas. ○ Datos que apoyan la teoría de la evolución de las especies. ○ Reconocimiento de las principales características de fósiles representativos. Aparición y extinción de especies. ○ Teorías actuales de la evolución. Gradualismo y equilibrio puntuado. ○ Valoración de la biodiversidad como resultado del proceso evolutivo.
Criterios de evaluación	<p>7. Exponer razonadamente los problemas que condujeron a enunciar la teoría de la evolución, los principios básicos de esta teoría y las controversias científicas, sociales y religiosas que suscitó.</p> <p>8. Relacionar la evolución y la distribución de los seres vivos, destacando sus adaptaciones más importantes, con los mecanismos de selección natural que actúan sobre la variabilidad genética de cada especie.</p>
Competencias básicas	<p>1. Competencia en comunicación lingüística.</p> <p>3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.</p> <p>4. Tratamiento de la información y competencia digital.</p> <p>5. Competencia social y ciudadana.</p> <p>7. Competencia para aprender a aprender.</p> <p>8. Autonomía e iniciativa personal.</p>

De igual manera, el Anexo I de la Orden de 10 de agosto de 2007, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía, marca las enseñanzas propias de esta Comunidad Autónoma para la materia de Ciencias de la Naturaleza, estructuradas por núcleos temáticos. La Tabla 5, recoge aquellos que están relacionados con el bloque 3 de contenidos del RD 1631/2006 para Biología y Geología de 4º de ESO.

Tabla 5. Contenidos curriculares de la propuesta según currículo para ESO de Andalucía.

Ciencias de la Naturaleza (Orden de 10 de Agosto de 2007)	
Núcleo temático	2. La biodiversidad en Andalucía. <i>Interacción con otros núcleos temáticos y de actividades.</i> Esta propuesta se relaciona directamente con los seres vivos y su diversidad (bloque 4 de 1.º); al tratar la conservación y los planes de trabajo en el medio natural se relaciona con el medio ambiente natural (bloque 6 de 2.º), y al abordar la variedad a lo largo del tiempo y la acción humana se relaciona con los cambios en la Tierra, la evolución de la vida y las transformaciones de los ecosistemas (bloques 2, 3 y 4, Biología y Geología de 4.º)

La propuesta didáctica para trabajar los contenidos mencionados, consiste en la realización por parte de los alumnos de una WebQuest.

Se trata de una actividad de investigación en red, es decir, utilizando recursos extraídos fundamentalmente de Internet, y basada en técnicas de trabajo cooperativo.

La WebQuest propuesta se denomina “Conociendo la evolución” (Figura 9) y puede ser consultada a través de la siguiente dirección web:

<https://dl.dropboxusercontent.com/u/52331329/WEBQUEST/Conociendo%20la%20Evoluci%C3%B3n.htm>



Figura 9. Portada de la WebQuest “Conociendo la Evolución”.

La WebQuest está compuesta de cinco actividades obligatorias, más una complementaria para realizar si se dispone de tiempo. La resolución de todas las actividades culminará con la elaboración de un informe final por parte de cada grupo de trabajo, que será expuesto mediante una presentación oral, con apoyo del material audiovisual necesario. Este informe oral será evaluado por el profesor.

La WebQuest se ha concebido para ser completada en 7 sesiones de 50-55 minutos cada una, siguiendo una metodología de trabajo cooperativo en pequeño grupo.

Las sesiones se llevarán todas a cabo en el aula de informática, exceptuando las dedicadas a la presentación de los trabajos o informes de grupo, que se expondrán en el aula ordinaria. Cada grupo dispondrá de un ordenador. En caso de no disponer del aula de informática para todas las sesiones necesarias, los alumnos imprimirán la información pertinente para continuar el trabajo en el aula ordinaria. La WebQuest debe finalizarse en el tiempo estipulado, por lo que el trabajo que los alumnos no terminen en horario lectivo, tendrán que acabarlo en horario no lectivo.

- Primera sesión: se dedicará a presentar la WebQuest a los alumnos, explicar el desarrollo de la actividad y configurar los grupos.
- Segunda, tercera, cuarta y quinta sesión: se destinarán a realizar todas las actividades de la WebQuest (la actividad 6 sólo se realizará si se dispone de tiempo).

- Sexta y séptima sesión: exposición de las presentaciones de los distintos grupos en el aula ordinaria.

A continuación se describen los aspectos más relevantes para el desarrollo de las actividades que conforman la WebQuest, así como los objetivos de aprendizaje y las competencias básicas que se persiguen con ellas.

Actividad 1

Los alumnos deberán leer y visionar una noticia y un vídeo periodísticos (proporcionados en la WebQuest), para establecer a continuación un pequeño debate en el aula en el que los alumnos expresen sus ideas acerca del tema tratado en las noticias de prensa, justificando sus respuestas. Posteriormente, los alumnos deberán buscar información en la red para definir los términos: creacionismo, evolucionismo y diseño inteligente. Finalmente, confeccionarán una pequeña biografía sobre los científicos Linneo, Lamarck y Darwin.

En esta actividad se trabajan las seis competencias básicas anteriormente mencionadas:

1. Competencia en comunicación lingüística: a través del debate, la definición de terminología científica y la realización de biografías, se favorece la expresión oral y escrita.
3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico: mediante el estudio de las diferentes posturas a lo largo de la historia sobre la evolución de las especies.
4. Tratamiento de la información y competencia digital: a través de la lectura y visionado de noticias de prensa en Internet, así como el uso del procesador de textos.
5. Competencia social y ciudadana: mediante el debate entre creacionistas y evolucionistas, tema aún vigente en la sociedad.
7. Competencia para aprender a aprender: a través de la comparación y el análisis crítico de las teorías expuestas y de la capacidad de argumentación por parte de los alumnos.

8. Autonomía e iniciativa personal: mediante la búsqueda y selección de información en la red de manera autónoma, así como la configuración de una opinión propia sobre el tema.

- Objetivos de aprendizaje:
 - Explicitar las ideas previas que sobre el tema tiene los alumnos.
 - Explicar las diferencias entre creacionismo, evolucionismo y diseño inteligente, distinguiendo las principales figuras científicas asociadas.
 - Conocer algunos apuntes biográficos sobre Linneo, Lamarck y Darwin.
 - Analizar críticamente las diferentes teorías sobre evolución expuestas.
 - Desarrollar la expresión oral y escrita.
 - Fomentar la capacidad de argumentación.
 - Favorecer el desarrollo de las destrezas y habilidades necesarias para el trabajo cooperativo.
 - Promover el uso y manejo de las TICs para obtener información.

- Metodología: debate o coloquio en el aula y trabajo cooperativo en pequeño grupo.
- Recursos didácticos: ordenador con conexión a Internet y software básico de procesador de textos.
- Temporalización: la actividad se realizará durante la segunda sesión. Se dedicarán los 15 primeros para establecer el debate, el resto se empleará para acabar la actividad en grupo.
- Agrupamiento: grupo de trabajo formado por 3 alumnos.
- Desarrollo de la actividad: la actividad se desarrollará en el aula de informática. Se leerá y visionarán las noticias de prensa en primer lugar, para establecer un debate sobre las mismas y, finalmente, se realizará el resto de la actividad en grupo.

Actividad 2

Los alumnos contestarán con sus propias palabras a las preguntas: *¿cómo creéis que llegaron algunas especies, por ejemplo las jirafas, a tener ese cuello tan largo? ¿creéis que si entreno todos los días en el gimnasio, mis hijos heredarán una musculatura fuerte?*

Se trata de detectar si los alumnos mantienen concepciones lamarckistas sobre la evolución de las especies, y generar en ellos un conflicto cognitivo que ponga de manifiesto la imposibilidad de sus creencias para explicar ciertos fenómenos. A continuación, los alumnos consultarán la bibliografía proporcionada en la WebQuest para contestar al resto de cuestiones de la actividad.

En esta actividad se trabajan las siguientes competencias básicas:

1. Competencia en comunicación lingüística: a través de la redacción de textos y la adquisición de vocabulario científico (herencia de los caracteres adquiridos, variabilidad de las poblaciones y selección natural).
3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico: mediante el estudio de las teorías de Lamarck y Darwin sobre la evolución.
4. Tratamiento de la información y competencia digital: consultando bibliografía en internet y mediante el uso del procesador de textos para elaborar sus respuestas.
7. Competencia para aprender a aprender: a través de la comparación y el análisis crítico de las diferentes teorías y desarrollando la capacidad argumentativa para justificar sus respuestas.
8. Autonomía e iniciativa personal: configurando su opinión personal mediante las dos preguntas iniciales de la actividad y seleccionando información para las siguientes.

- Objetivos de aprendizaje:
 - Detectar preconcepciones erróneas (generalmente de origen lamarckista) sobre la evolución de las especies.
 - Describir las características que definen las teorías de Lamarck y Darwin para explicar la evolución de los seres vivos, reconociendo sus diferencias.
 - Lamarckismo: uso/ desuso de órganos y herencia de los caracteres adquiridos.
 - Darwinismo: variabilidad, lucha por la existencia, selección natural.
 - Aplicar dichas teorías a ejemplos concretos.
 - Analizar desde un punto de vista crítico ambas teorías.
 - Favorecer el desarrollo de las destrezas y habilidades necesarias para el trabajo cooperativo.

- Promover el uso y manejo de las TICs para seleccionar información.
 - Fomentar la capacidad de argumentación.
-
- Metodología: trabajo cooperativo en pequeño grupo.
 - Recursos didácticos: ordenador con conexión a Internet y software básico de procesador de textos.
 - Temporalización: la actividad se realizará durante la tercera sesión.
 - Agrupamiento: grupo de trabajo formado por 3 alumnos.
 - Desarrollo de la actividad: la actividad se desarrollará en el aula de informática.

Actividad 3

Los alumnos visualizarán a través del enlace *Un viaje en el Beagle*, el recorrido que realizó Darwin en su expedición, a modo ilustrativo. A continuación se propone un ejercicio de relación referente a los pinzones que Darwin encontró en las islas. Se trata de que los alumnos perciban que las especies cambian a lo largo del tiempo, y que comprendan cómo actúa la selección natural.

En esta actividad se trabajan las siguientes competencias básicas:

1. Competencia en comunicación lingüística: la redacción de textos para elaborar las respuestas fomenta la expresión escrita.
3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico: mediante la aplicación del mecanismo de selección natural propuesto por Darwin a una especie concreta (pinzones) y la interpretación de imágenes o dibujos.
4. Tratamiento de la información y competencia digital: a través de la obtención de información en la red, y el manejo del procesador de textos para redactar textos escritos.
7. Competencia para aprender a aprender: el ejercicio referente a los pinzones promueve que los alumnos establezcan relaciones entre elementos, al mismo tiempo que desarrollan su capacidad argumentativa para justificar sus respuestas e infieren conclusiones.
8. Autonomía e iniciativa personal: mediante la selección de información entre la bibliografía propuesta para justificar sus respuestas.

- **Objetivos de aprendizaje:**
 - Explicar cómo opera el mecanismo de selección natural sobre las especies.
 - Extrapolar este mecanismo a ejemplos concretos.
 - Interpretar imágenes y dibujos.
 - Favorecer el desarrollo de las destrezas y habilidades necesarias para el trabajo cooperativo.
 - Promover el uso y manejo de las TICs para obtener información.
 - Fomentar la capacidad de argumentación y la expresión escrita.

- **Metodología:** trabajo cooperativo en pequeño grupo.
- **Recursos didácticos:** ordenador con conexión a Internet y software básico de procesador de textos.
- **Temporalización:** la actividad se realizará durante la cuarta sesión, y ocupará los primeros 20-25 minutos de la misma (ya que es relativamente corta). El tiempo restante de la sesión se dedicará a realizar la actividad 4.
- **Agrupamiento:** grupo de trabajo formado por 3 alumnos.
- **Desarrollo de la actividad:** la actividad se desarrollará en el aula de informática.

Actividad 4

En esta actividad los alumnos recabarán información sobre las diferentes pruebas que apoyan la teoría de la evolución de las especies, explicando de qué manera refuerzan esta teoría. Para ello, se les proporciona información a través de una serie de enlaces. Así mismo se les anima a reflexionar y encontrar posibles fisuras, de forma justificada, en alguna de estas pruebas.

Las competencias básicas que se trabajan en esta actividad son las siguientes:

1. Competencia en comunicación lingüística: mediante la redacción de textos escritos y la adquisición de terminología científica.
3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico: mediante el estudio de los diferentes argumentos que apoyan la evolución de las especies.
4. Tratamiento de la información y competencia digital: mediante el manejo de información en Internet y el uso de procesadores de texto para redactar escritos.

7. Competencia para aprender a aprender: a través del análisis crítico de la información y la capacidad de argumentación.

8. Autonomía e iniciativa personal: mediante la selección de información relevante para el tema.

- Objetivos de aprendizaje:
 - Reconocer las diferentes evidencias en las que se basa la evolución:
 - Pruebas paleontológicas: importancia de los fósiles.
 - Pruebas anatómicas: analogía y homología. Divergencia y convergencia evolutiva. Órganos vestigiales.
 - Pruebas embriológicas: importancia de la anatomía comparada en las relaciones filogenéticas.
 - Pruebas bioquímicas: importancia del estudio del ADN y las proteínas en las relaciones filogenéticas.
 - Pruebas biogeográficas: distribución geográfica de marsupiales o grandes aves no voladoras.
 - Fomentar el análisis crítico de la información.
 - Desarrollar la capacidad de argumentación y la expresión escrita.
 - Favorecer el desarrollo de las destrezas y habilidades necesarias para el trabajo cooperativo.
 - Promover el uso y manejo de las TICs para obtener información.
- Metodología: trabajo cooperativo en pequeño grupo.
- Recursos didácticos: ordenador con conexión a Internet y software básico de procesador de textos.
- Temporalización: la actividad se realizará en los últimos 35-40 minutos de la cuarta sesión, ya que los primeros 20-25 minutos se han dedicado a la actividad 3.
- Agrupamiento: grupo de trabajo formado por 3 alumnos.
- Desarrollo de la actividad: la actividad se desarrollará en el aula de informática.

Actividad 5

Esta actividad está destinada a recabar información sobre las teorías actuales de la evolución de las especies (teoría sintética de la evolución o neodarwinismo), y

completar la visión que se tiene hoy día de la misma. Los alumnos deberán explicar a la luz de esta teoría como han llegado a tener por ejemplo las jirafas su característico cuello largo. Por último, estudiarán la trascendencia de la figura de Darwin en la Ciencia, a través de la bibliografía propuesta y el visionado de un video donde diferentes expertos analizan su importancia.

Las competencias que se trabajan en esta actividad son las siguientes:

1. Competencia en comunicación lingüística: mediante la redacción de textos escritos.
3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico: a través del estudio de la teoría sintética de la evolución o neodarwinismo.
4. Tratamiento de la información y competencia digital: mediante el visionado de vídeos en la red, y el manejo del procesador de textos.
7. Competencia para aprender a aprender: a través de la capacidad para argumentar por parte de los alumnos y reflexionar sobre la trascendencia que tuvo la teoría de Darwin en la Historia de la Ciencia.
8. Autonomía e iniciativa personal: mediante la búsqueda y selección de información.
 - Objetivos de aprendizaje:
 - Describir los fundamentos en los que se apoyan la teoría sintética de la evolución o neodarwinismo y sus variantes.
 - Reconocer el papel de las mutaciones y de la reproducción sexual como fuente de variabilidad.
 - Aplicar dicha teoría a casos concretos.
 - Explicar el concepto de adaptación.
 - Valorar la importancia de la figura de Darwin para explicar la evolución de los seres vivos.
 - Fomentar la capacidad de argumentación y la expresión escrita.
 - Favorecer el desarrollo de las destrezas y habilidades necesarias para el trabajo cooperativo.
 - Promover el uso y manejo de las TICs para obtener información.
 - Metodología: trabajo cooperativo en pequeño grupo.

- Recursos didácticos: ordenador con conexión a Internet y software básico de procesador de textos.
- Temporalización: la actividad se realizará en la quinta sesión.
- Agrupamiento: grupo de trabajo formado por 3 alumnos.
- Desarrollo de la actividad: la actividad se desarrollará en el aula de informática.

Actividad 6

Esta última actividad es considerada de ampliación, por lo que sólo se realizará si se dispone de tiempo. Consiste en crear un mural virtual online entre todos los alumnos de la clase, mediante la aplicación educativa EduGlogster. Dicha aplicación es gratuita, y proporciona un lienzo donde cada grupo de trabajo incluirá sus aportaciones más interesantes respecto al tema, en forma de notas, imágenes, enlaces o documentos, para confeccionar así un póster o mural multimedia con la información más destacada sobre la evolución de las especies.

El profesor se encargará de dirigir la confección del mural.

Las competencias que se trabajan en esta actividad son las siguientes:

1. Competencia en comunicación lingüística: a través de la redacción de notas u aclaraciones escritas sobre el tema.
 3. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico: mediante el estudio de los contenidos sobre la evolución de las especies.
 4. Tratamiento de la información y competencia digital: a través del manejo de herramientas y programas digitales en internet.
 5. Competencia cultural y artística: la confección del mural fomenta la creatividad en los alumnos que tienen que elegir soportes y formas de expresión para comunicar la información.
 8. Autonomía e iniciativa personal: mediante la elección por parte de cada grupo de los recursos más interesantes para aportar a la creación del mural.
- Objetivos de aprendizaje:
 - Adquirir una visión global sobre la evolución de las especies.
 - Organizar y clasificar información.

- Sintetizar información.
- Fomentar la capacidad de argumentación y la expresión escrita.
- Favorecer el desarrollo de las destrezas y habilidades necesarias para el trabajo cooperativo.
- Promover el uso y manejo de las TICs para crear herramientas de estudio útiles para el alumno.

- Metodología: trabajo cooperativo en pequeño grupo.
- Recursos didácticos: ordenador con conexión a Internet.
- Temporalización: la actividad sólo se realizará si se han completado las anteriores y se dispone de tiempo.
- Agrupamiento: grupo de trabajo formado por 3 alumnos.
- Desarrollo de la actividad: la actividad se desarrollará en el aula de informática.

Evaluación

Los informes orales de grupo serán entregados al profesor en formato Word o pdf, y serán calificados de acuerdo a la siguiente ficha de evaluación (Tabla 6).

Tabla 6. Ficha de evaluación del informe oral del grupo.

Criterio	Sí	Medianamente	No	Observaciones
Argumentación correcta y clara, exposición fluida				
Se expresan con voz clara y tono de voz adecuado				
Se dirigen a la audiencia				
La presentación es fácil de seguir				
La presentación es interesante				
Todos los miembros del grupo participan de la exposición				
El soporte de la presentación es adecuado				
Se ajustan al tiempo estipulado				

La Tabla 6 será facilitada a los alumnos para que puedan conocer de antemano los criterios que se seguirán para la corrección de los trabajos. Así mismo, se les proporcionará también una ficha de evaluación de desempeño del grupo, con objeto de que autoevalúen su trabajo en equipo y les ayude a implementar mejoras (Tabla 7).

Tabla 7. Ficha de evaluación de desempeño del grupo.

Criterio	SÍ	Medianamente	No	Observaciones
Todos los miembros del grupo participaron en igual medida				
Todos los miembros del grupo explicaron unos a otros lo que estaban aprendiendo				
Todos los miembros del grupo propiciaron la responsabilidad individual				
La selección, organización y elaboración de los contenidos ha sido correcta				
El grupo trabajó con eficacia				
El liderazgo fue compartido				
Los momentos de conflicto se han resuelto satisfactoriamente para todos				
El trabajo fue concluido en el tiempo estipulado				

7. Conclusiones

Tras la síntesis de la bibliografía consultada se considera lo siguiente:

- El conocimiento de las ideas previas de los alumnos y la aplicación de un modelo constructivista en las aulas, son de vital importancia para conseguir un aprendizaje significativo de las Ciencias.
- Los preconceptos de los alumnos sobre Ciencias son frecuentemente erróneos y se caracterizan, entre otros aspectos, por ser resistentes al cambio.
- El origen de las preconcepciones erróneas se sitúa en la experiencia cotidiana, el lenguaje coloquial, y el uso de metodologías inadecuadas en el contexto escolar.
- El docente debe emplear las estrategias que considere oportunas para detectar preconceptos erróneos en sus alumnos y favorecer en ellos el cambio conceptual.
- La metacognición juega un papel fundamental para lograr el cambio conceptual como agente regulador del proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que requiere que el alumno ejerza un control constante sobre el estado de comprensión que posee a cerca de un determinado tema, para conseguir un aprendizaje significativo.
- Existen numerosos preconceptos erróneos descritos en el alumnado de Educación Secundaria, para la materia de Biología y Geología, que abarcan diferentes áreas de la misma.

Tras la realización del estudio exploratorio con una muestra incidental de alumnos de 4^o de ESO, se concluye que:

- Los alumnos no aprenden parte de lo que se les enseña en Biología, es decir, no logran un aprendizaje significativo de la misma, puesto que presentan numerosos preconceptos erróneos en este campo.
- La mayor parte de los preconceptos erróneos descritos en la literatura científica, se corresponden con los detectados en la muestra de estudio.
- De los contenidos testados en el estudio, los errores conceptuales más frecuentes se observan en aspectos relativos a la función de nutrición, fotosíntesis y fisiología vegetal y evolución de las especies.

- Los preconceptos erróneos son difíciles de erradicar, pues a pesar de ser alumnos de 4º de ESO y haber recibido instrucción en la materia durante la etapa educativa, las ideas previas incorrectas persisten.

8. Líneas de investigación futuras

Tras los resultados obtenidos, se considera interesante ampliar el estudio al resto de Comunidades Autónomas, para verificar si estos mismos resultados se pueden extrapolar al conjunto del Estado. Para ello, sería necesario contar con la participación de un número de centros considerable para asegurar una adecuada muestra de estudio, y posteriormente contrastar los resultados obtenidos y extraer las conclusiones pertinentes.

Además, sería interesante iniciar una línea de investigación para evidenciar si existen causas que justifiquen las marcadas diferencias halladas durante este trabajo, en la comprensión de los flujos de materia y energía en los ecosistemas por parte de los alumnos, ya que no se ha encontrado bibliografía al respecto.

Por otra parte, también sería recomendable realizar una investigación experimental para corroborar la eficacia de la propuesta didáctica presentada. En este caso, se podrían establecer dos grupos de alumnos: un primer grupo que realizaría dicha propuesta didáctica, y un segundo grupo control, en el que se aplicaría una metodología tradicional. En ambos grupos se llevaría a cabo un cuestionario antes y después de la instrucción, para detectar las preconcepciones erróneas que sobre el tema tuvieran los alumnos, y constatar si éstas se han modificado o sustituido por las concepciones científicas correctas tras recibir los diferentes tipos de instrucción, realizándose una comparativa de los resultados obtenidos en ambos grupos.

9. Bibliografía

9.1 Referencias bibliográficas

- Astudillo, H. y Gené, A. M. (1984). Errores conceptuales en Biología. La fotosíntesis de las plantas verdes [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 2(1), 15-16.
- Banet, E. y Núñez, F. (1990). Esquemas conceptuales de los alumnos sobre la respiración [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 105-110.
- Banet, E. y Ayuso, E. (1995). Introducción a la genética en la Enseñanza Secundaria y Bachillerato: I. Contenidos de enseñanza y conocimientos de los alumnos [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 137-153.
- Banet, E. y Núñez, F. (1996). Actividades en el aula para la reestructuración de ideas: un ejemplo relacionado con la nutrición humana. *Investigación en la Escuela*, 28, 37-58. Recuperado de: http://www.investigacionenlaescuela.es/articulos/28/R28_4.pdf
- Banet, E. (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento biológico. En F. J. Perales y P. Cañal (Comps.), *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 456-466). Alcoy: Marfil.
- Bermúdez, G. y De Longhi, A. L. (2008). La Educación Ambiental y la Ecología como ciencia. Una discusión necesaria para la enseñanza. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 275-297. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2801709>
- Caballero, M. (2008). Algunas ideas del alumnado de Secundaria sobre conceptos básicos de genética [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), 227-244.
- Campanario, J. M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar Ciencias?. Principales tendencias y propuestas [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192.

- Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 155-169.
- Duschl, R. A. (1995). Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 3-14.
- Fernández, J. J. y Sanjosé, V. (2007). Permanencia de ideas alternativas sobre Evolución de las Especies en la población culta no especializada. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 129-149. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2476016>
- Gándara, M., Gil, M. J. y Sanmartí, N. (2002). Del modelo científico de “adaptación biológica” al modelo de “adaptación biológica” en los libros de texto de Enseñanza Secundaria Obligatoria [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 303-314.
- Gil, D., Carrascosa, J., Dumas-Carré, A., Furió, C., Gallego, R., Gené, A., González, E., Guisasola, J., Martínez-Torregrosa, J., Pessoa de, A. M., Salinas, J., Tricárico, H. y Valdés, P. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), 503-512.
- Hewson, P. W. y Beeth. M. E. (1995). Enseñanza para un cambio conceptual: ejemplos de fuerza y de movimiento [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 25-35.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (15 Diciembre, 2013). EducaINEE nº21. Pisa 2012 Informe Español [informe gubernamental]. Recuperado de: <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/boletin21pisa2012.pdf?documentId=0901e72b8178650b>

Jiménez, M. P. (2009). La enseñanza y el aprendizaje de la biología. En M. P. Jiménez, A. Caamaño, A. Oñorbe, E. Pedrinaci y A. de Pro (Comps.), *Enseñar Ciencias* (pp. 121-146). (3ª 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 las Ciencias Experimentales* (pp. 3-18). (2ª ed.) Buenos Aires: Aique.

Mazarío, I. y Mazarío, A. (s.f). *El Constructivismo: paradigma de la escuela contemporánea*, Universidad de Matanzas: Camilo Cienfuegos, Cuba, 2005.

Oliva, J. M. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 93-107.

Orden de 10 de agosto de 2007, *por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en Andalucía*. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía, 171, de 30 de agosto de 2007.

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.

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertzog, W. A. (1982). Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227. doi: 10.1002/sce.3730660207

Pozo, J. A., Sanz, A., Gómez, M. A. y Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre las ciencias: una interpretación desde la psicología cognitiva [versión electrónica]. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 83-94.

Poynton, T. A. (2007). EZAnalyze (Versión 2.5). [Computer Software and Manual]. Recuperado: <http://www.ezanalyze.com>

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, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, 5, de 5 de enero de 2007.

Totorikaguena, Lide (2013). *Los errores conceptuales y las ideas previas del alumnado de ciencias en el ámbito de la enseñanza de la biología celular. Propuestas alternativas para el cambio conceptual* (Trabajo de Fin de Grado). Recuperada de ADDI: Repositorio Institucional de la Universidad del País Vasco.

Unamuno, M. (1997). Problemas conceptuales del vocabulario biológico. Su posible solución. *Didáctica*, 9, 311-328. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=148708>

9.2 Bibliografía complementaria

Fernández, M. T. y Humberto, S. (2008). Concepciones de maestros de primaria sobre el planeta Tierra y gravedad. Implicaciones en la enseñanza de la ciencia. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 10(2), 2-25. Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/index.php/redie/article/view/205/346>

Roig, R. y Ferrández, S. (2013). Opinión de los futuros maestros sobre el diseño y uso de murales multimedia como recurso didáctico. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 43, 155-166. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4292539>

10. Anexos

Anexo I: Cuestionario utilizado para la recogida de datos



Estimado alumno:

Como alumna del Máster Universitario de Educación Secundaria en la Universidad Internacional de la Rioja, y para completar mi Trabajo Fin de Máster, le agradecería que cumplimentara este cuestionario, para lo cual sólo le será necesario dedicar unos pocos minutos de su tiempo. Sus respuestas me resultarán de gran utilidad para completar mi investigación.

El cuestionario es anónimo. Toda la información aportada será tratada con la máxima confidencialidad.

Por favor, lea detenidamente el enunciado de cada pregunta y señale una única respuesta.

Muchas gracias por su colaboración.

M^a Carola López Díaz.

- Marque con una x lo que proceda

Sexo:

Hombre

Mujer

¿Eres ciudadano extranjero?

Sí No

1º) La excreción es la expulsión de las heces

- a) Verdadero
- b) Falso

2º) La nutrición consiste en la ingestión de los alimentos

- a) Verdadero
- b) Falso

3º) Las plantas tienen reproducción sexual

- a) Verdadero
- b) Falso

4º) La células de un elefante son más grandes que las de una hormiga

- a) Verdadero
- b) Falso

5º) Las plantas realizan la fotosíntesis durante el día y respiran por la noche

- a) Verdadero
- b) Falso

6º) La respiración se realiza en la célula

- a) Verdadero
- b) Falso

7º) Los gusanos o insectos nacen espontáneamente del polvo

- a) Verdadero
- b) Falso

8º) Todos los microorganismos producen enfermedades

- a) Verdadero
- b) Falso

9º) El intercambio de materia en un ecosistema es cerrado, puesto que la materia se recicla.

a) Verdadero

b) Falso

10º) Un ecosistema es un conjunto de plantas y animales que viven en un lugar protegido.

a) Verdadero

b) Falso

11º) El intercambio de energía en un ecosistema es abierto ya que la energía que entra se pierde en distintos procesos.

a) Verdadero

b) Falso

12) Los animales son los únicos seres vivos del planeta.

a) Verdadero

b) Falso

13º) La adaptación biológica se debe a que los organismos efectúan conscientemente cambios físicos en respuesta a cambios ambientales, como el cuello de la jirafas para comer las hojas más altas de los arboles

a) Verdadero

b) Falso

14º) Los cromosomas sexuales están presentes en todas las células

a) Verdadero

b) Falso

15º) La digestión ocurre en el estómago

a) Verdadero

b) Falso