



**BIOLOGIAKO GRADUA
GRADO EN BIOLOGIA
DEGREE IN BIOLOGY**

**GRADU AMAIERAKO LANA
TRABAJO DE FIN DE GRADO
BACHELOR'S THESIS**

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.

Lide Totorikaguena Iturriaga

Leioa, 2013ko uztailak 19a/ 19 Julio 2013/ 19th July 2013

ÍNDICE

1. Introducción.....	3
2. Métodos pedagógicos alternativos como medida a las dificultades del aprendizaje de las ciencias.....	5
3. Errores conceptuales: origen y causas.....	6
3.1 Las concepciones epistemológicas y las ideas previas del alumnado: obstáculos en el aprendizaje de las ciencias.....	7
3.2 El origen de las ideas previas.....	9
3.3 Los errores conceptuales y las ideas previas en Biología.....	11
3.4 Los errores conceptuales y las ideas previas en Biología celular.....	13
4. Conclusión y reflexión final.....	17
5. Bibliografía.....	19
6. Anexo.....	23

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.

Resumen: Este trabajo se ha centrado en el estudio de los errores conceptuales en las ciencias biológicas, pudiendo así, si fuera posible, buscarle una posible solución para erradicarlos o, por lo menos, que las preconcepciones de los alumnos coincidan con las teorías científicas. Además, promueve reflexionar sobre los problemas vinculados con la enseñanza de la Biología celular.

Palabras clave: Errores conceptuales, ideas previas, propuesta didáctica, biología celular.

Abstract. This work has focused on the study of misconceptions on the biological sciences and to find a possible solution to eradicate or, at least, that students' preconceptions fit in with scientific theories. Furthermore, it makes us reflect on the problems associated with the teaching of Cellular Biology.

Key words: didactic proposal, alternative conceptions, misconceptions, Cellular Biology.

1. INTRODUCCIÓN

Resulta preocupante la comprobación del elevado número de alumnos (entre ellos universitarios) que comete errores en conceptos básicos y que además están siendo explicados continuamente a lo largo del periodo de formación (Gil Pérez, 1986). Más grave resulta aún cuando estos alumnos salen de la universidad asimilando como correctos estos errores conceptuales. Si en el día de mañana

ejercieran la labor de docentes, ya sea en Educación Secundaria o en la propia universidad, supondría una extensión y agravio de este problema.

Habitualmente este fracaso se le ha achacado, desde un punto de vista simplista, a carencias del alumnado o a deficiencias del sistema de enseñanza anteriores. Si bien la investigación de las ideas previas de los alumnos sobre conceptos científicos es uno de los campos más estudiados en los últimos años en la didáctica de las Ciencias, verdaderamente existen pocos estudios rigurosos que esclarezcan cuál es el origen y la solución al problema.

A la hora de enseñar ciencias, uno de los objetivos más importantes es que los futuros científicos (los alumnos de hoy en día) sean capaces de tener ideas adecuadas en cuanto a la construcción y justificación del conocimiento científico. Pero como ya se ha mencionado con anterioridad la investigación educativa ha empezado a mostrar especial interés en determinados factores que plantean dificultades y problemas en dicho aprendizaje de las ciencias: las concepciones epistemológicas y las ideas previas del alumnado (Campanario 2004).

Sin embargo, es cierto que en el rendimiento académico y en este caso, en el aprendizaje de las ciencias, influyen de manera notable muchos otros factores psicosociales, tales como los factores socioeconómicos, la masificación en las aulas, la actitud negativa y falta de motivación del alumno, etc. Aun así, en el proceso de enseñanza-aprendizaje son de suma importancia los textos que complementan la actividad pedagógica de los docentes, la misma formación impartida por el profesorado y cómo no, el aprendizaje previo de los alumnos de conceptos y el dominio de destrezas (Barandiaran Piedra, 1988).

De esta manera, este trabajo se ha centrado en el estudio de los errores conceptuales y sus causas, pudiendo así, si fuera posible, buscarle una posible solución para erradicarlos o, por lo menos, que estos esquemas mentales que los alumnos interiorizan activamente coincidan con las teorías científicas.

2. MÉTODOS PEDAGÓGICOS ALTERNATIVOS COMO MEDIDA A LAS DIFICULTADES DEL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS.

Es importante determinar la metodología científica más efectiva para que los alumnos interioricen las teorías vigentes y, así, poder aplicarlas a los procesos adecuados en las situaciones oportunas (Hodson, 1985).

Durante las décadas de los 60 y 70 surgió una orientación innovadora como solución a las dificultades del aprendizaje de las ciencias, el “aprendizaje por descubrimiento” planteados entre otros por Piaget (1959). El profesor presentaba los instrumentos necesarios para que el alumno descubriera por sí mismo lo que quería aprender. De esta manera se transmitía una visión errónea del “método científico” ya que se limitaba a los sucesos y eludía las suposiciones, considerando la ciencia como una disciplina metódica, objetiva, imparcial y desinteresada, reforzando concepciones espontáneas y tópicos sobre la ciencia (Schibecci, 1986). Los estudiantes no aprendían a resolver problemas, sino como máximo, a memorizar soluciones explicadas por el profesor.

A principios de los años 80, después del fracaso que supuso la enseñanza encaminada al aprendizaje por descubrimiento autónomo de los alumnos, destacaron trabajos de Ausubel y Novak defendiendo “el aprendizaje por recepción”. Remarcaron la importancia de las estructuras conceptuales de los estudiantes y definieron el aprendizaje por recepción como un proceso en la cual un individuo relaciona de forma sustantiva la adquisición de nuevos conocimientos con las preconcepciones, es decir, con conceptos que ya conocía, integradas en su estructura cognitiva (Ausubel, 1978).

Las teorías de Ausubel siguen siendo hoy en día un referente de muchos docentes pero no se ha conseguido resolver los problemas que acarrea la enseñanza de las ciencias a la hora de asimilar correctamente los conceptos por parte de los alumnos, ni tampoco la adecuación de los libros de texto para reproducir los contenidos conceptuales. Aunque esta estrategia haya constituido el principal objetivo

de la enseñanza por la transmisión de conocimientos previamente elaborados es preocupante la ineficacia de dichos métodos pedagógicos. A pesar de las dificultades que suponen otros campos como la resolución de problemas o los trabajos prácticos se creía que la mayoría de alumnos conseguía aprender los conceptos más básicos ya que muchos contestaban a las preguntas teóricas habituales de los exámenes de manera correcta (Gil Pérez, 1986); sin embargo, es importante el fracaso del aprendizaje significativo de las ciencias por parte de los alumnos.

Después de varios años de investigación, trabajos pioneros como la tesis de Viennot (1976) cuestionaron la eficacia de la enseñanza en los casos en los que los resultados parecían más efectivos ya que, en realidad, al finalizar sus estudios la falta de comprensión de los alumnos de conceptos científicos básicos era notoria y, además, la resolución de problemas les suponía muchos rompecabezas (Martinez Torregosa et al, 2005). Lo significativo es que estos errores no son simples equivocaciones u olvidos; por el contrario, se trata de planteamientos lógicos, convincentes y duraderos. Es por ello, que en los últimos años se le haya dado mucha importancia a la detección de los errores conceptuales.

3. ERRORES CONCEPTUALES: ORIGEN Y CAUSAS.

Para buscar una posible solución a la hora de erradicar estos errores conceptuales es importante saber cuáles son sus causas y el porqué.

Son varias las hipótesis que se han propuesto:

Por un lado, se cree que esos errores conceptuales corresponden a preconcepciones o ideas previas que el alumnado ya tenía interiorizados antes de llegar a la escuela (u otros centros de formación) (Campanario y Otero, 2000).

Hay una serie de factores comunes que conforman una “conspiración cognitiva” que obstruyen el aprendizaje significativo de las ciencias: lo que los alumnos *saben* (ideas previas), *saben hacer* (estrategias de razonamiento), *creen*

(concepciones epistemológicas) y *creen que saben* (metacognición) (Campanario y Otero, 2000).

Por otro lado, también se cuestiona la enseñanza habitual, ya que se ha comprobado que los alumnos no interiorizan las ideas que se les han enseñado (Gil Pérez, 1986). La ineficacia de la enseñanza habitual depende de causas múltiples, como por ejemplo, de la actitud de los propios alumnos (la falta de interés, falta de hábito a la consulta de libros, etc.), la diferencia entre las preocupaciones del profesorado y las motivaciones del alumnado, la desconexión entre la enseñanza media y la universidad, las carencias en la formación psicopedagógica de los profesores universitarios, los métodos docentes monótonos basados en monólogos largos antítesis del método de Sócrates, los errores conceptuales en los libros de texto y un largo etcétera. Más adelante abordaremos algunas de estas causas.

3.1 Las concepciones epistemológicas y las ideas previas del alumnado: obstáculos en el aprendizaje de las ciencias

Durante mucho tiempo el profesor ha jugado el rol de simple emisor de conocimientos elaborados, pensando que sus alumnos tenían las mentes vacías y debían “llenarlas” (Campanario y Otero, 2000).

Por el contrario, hoy en día se sabe que los estudiantes ya tienen esquemas espontáneos o preconceptos sobre la ciencia. Por lo tanto el profesor debe contar con los conocimientos previos de los alumnos.

Las concepciones epistemológicas constituyen ideas previas sobre la ciencia y el conocimiento científico, su construcción, evolución y fundamentación (Ryan y Aikenhead, 1992). Bachelard (1938) ya mencionaba de la existencia de barreras epistemológicas, es decir, que a menudo, “se conoce contra un conocimiento anterior”. Tanto los estudiantes de secundaria y de universidad y los docentes de ciencias tienen ideas erróneas sobre estos aspectos. Las concepciones epistemológicas más abundantes son, entre otras, que la ciencia es una verdad absoluta inalterable sin errores o reformulaciones conceptuales, que no es subjetiva, asignando a los

investigadores el papel de descubridores de la verdad en vez de constructores de teorías a partir de experimentos (Campanario, 2004).

Desafortunadamente, no hay una “visión” adecuada sobre la cual el alumno desarrolle la actividad científica.

El interés por las ideas previas, en cambio, es más reciente. Las ideas previas se caracterizan, como tantas veces se ha aludido, a esquemas mentales que los estudiantes tienen interiorizados sobre temas científicos antes de la formación pedagógica y utilizan para interpretar lo que les están enseñando.

Al llevar a cabo distintos estudios sobre los errores conceptuales varios autores trataron de definirlos. Por ejemplo, Driver y Easley (1978) se refirieron a ellos como *esquemas conceptuales alternativos*, para Champagne et al (1983) se trataban de “*schemata*”-s, *teorías ingenuas* para Caramazza et al (1981) o *ciencias de los niños* por Osborne y Wittrock (1983). Un término que en los últimos años está siendo más utilizado corresponde a *las concepciones alternativas* para evitarle dar un sentido negativo o dar por hecho de que las ideas de los alumnos siempre son erróneas. Otra forma de denominación es la de *ideas previas*, que son más fáciles de identificar para los docentes (porque hacen una mención a las ideas que todavía no han sido cambiadas por la docencia). Aun así, la mayoría de los trabajos coinciden en varios puntos sobre las preconcepciones:

- Son ideas espontáneas
- Son coherentes (por ello, muchos autores los definen como *esquemas conceptuales*)
- Casi siempre son científicamente erróneas. La construcción de la ciencia exige un gran esfuerzo de “abstracción” y un conflicto contra el “sentido común”.
- Tienen similitudes entre los alumnos de países y edades diferentes (Pintó, Aliberas y Gómez, 1996).
- A veces son de carácter contradictorio y sin conexión. Un estudiante puede explicar la misma causa desde puntos de vista diferentes (Pozo, 1989)
- Son duraderos, difíciles de detectar y de modificar. Además muchas veces no se tiene consciencia de que los conceptos asimilados son erróneos.

- Hay un paralelismo con las teorías históricas de otras épocas (precientíficas).

3.2 El origen de las ideas previas

Los orígenes son muy diversos pero no hay duda de que las preconcepciones están muy extendidas a lo largo de diferentes países. Gran parte de los investigadores están de acuerdo al considerar que las ideas previas tienen su origen en la experiencia cotidiana y son reforzadas por el lenguaje común. El lenguaje convencional, suele ser impreciso y refuerza ideas inadecuadas y aprendizajes inapropiados, generalmente influenciados por el entorno social y los medios de comunicación. Los estudiantes son más manipulables por los medios de comunicación que por los conceptos que estudian en las aulas.

También contribuye de manera notoria la utilización de analogías en los libros de texto o por parte de los docentes.

Muchas veces los alumnos se sirven de estas preconcepciones para entender mejor el mundo que les rodea. Como el pensamiento aristotélico, se trata de obtener respuestas observando la naturaleza que rodea y extrapolar las observaciones de forma “acrítica” (Piaget, 1969) basándose en certezas de sentido común. La constancia de las ideas previas tiene que ver con la condición repetitiva de estas experiencias y son el producto de un extenso proceso de aprendizaje basado en experiencias diarias.

Además el uso de heurísticos o esquemas conceptuales en el campo de la ciencia también serían factores importantes en el origen de muchas ideas previas. Se trata de un grupo de pautas metodológicas, que no tienen porque ser formalizadas, usadas para facilitar la solución de problemas más complejos pero que no son de gran efectividad en todos los casos. Funcionan mejor en la mayoría de las circunstancias cotidianas porque ayudan a vaticinar el transcurso de los acontecimientos. Asimismo, tenemos la necesidad de responder de manera rápida, útil y precisa a situaciones que cambian y ser selectivos al procesar la información. Sin embargo, en el marco de las ciencias, el uso de heurísticos traídos directamente de los acontecimientos diarios y el exceso de superficialidad no hace más que impedir el correcto aprendizaje de las

ciencias porque se ignoran datos e información valiosa. (Gil, 1983).

Por otra parte, una enseñanza inadecuada es también motivo para la aparición de las ideas previas. Los profesores no tienen en consideración lo que sus alumnos saben con anterioridad y que éstos ya disponen de un conocimiento científico alternativo. Si se transmiten los conceptos sin tener en cuenta esas ideas previas es muy difícil su erradicación. A sí mismo, los docentes suelen atribuir la responsabilidad de estos errores a los alumnos sin muchas veces hacer una autocrítica porque, a veces, los mismos profesores también tienen interiorizados errores conceptuales. Tampoco reflexionan mucho acerca de que el objetivo no es conseguir una cultura experimental sino de cambiarla, es decir, derruir los obstáculos aglomerados por la vida diaria (Bachelard, 1938). La enseñanza no puede limitarse a presentar los conocimientos elaborados sin enseñar todo el proceso que conlleva su elaboración. En un sistema educativo competitivo se valora el resultado final más que los procesos de razonamiento y eso puede generar que el alumno tienda a dirigir su actuación al producto en vez de al proceso.

Por lo tanto, en primer lugar hay que considerar que los alumnos disponen de preconcepciones y que no basta con transmitir los conocimientos científicos de forma clara y ordenada (Engels y Wood-Robinson 1985).

Para poder solucionar todos estos problemas es imprescindible una buena formación psicopedagógica de los docentes. Desgraciadamente está muy extendida la idea de que cualquiera que disponga una licenciatura o doctorado está capacitado para dar clases y que para la enseñanza son suficientes los conocimientos científicos, la experiencia y el sentido común (hacer lo que se vio hacer cuando se fue alumno) (Calatayud y Gil Pérez, 1993). Este planteamiento se ve reforzado en los profesores de universidad porque consideran que los estudiantes deben disponer de un grado de madurez que les permita aprender casi con cualquier método. También sería conveniente cambiar la estrategia de las escuelas magistrales monótonas. Además, los investigadores que se dedican a disciplinas comúnmente llamadas ciencias “duras” se inclinan por considerar el resto de disciplinas como fáciles (en este caso la didáctica) y no le prestan suficiente atención a la formación en la docencia (Campanario, 2004). La gran mayoría de los profesores no sabe un método objetivo

para evaluar su actividad pedagógica y no dan importancia a la opinión del alumnado.

Numerosos estudios han mostrado que los docentes que conocen las ideas previas de los alumnos consiguen que los alumnos obtengan mejores resultados y un mejor aprendizaje (Jones, Carter y Rua, 1999).

En cuanto a los libros de texto, numerosos estudios han confirmado la existencia de muchos errores. Algunos de ellos se deben a omisiones, deformaciones o imprecisiones a la hora de simplificar los conceptos científicos pero también se encuentran ciertos errores conceptuales graves y “anacronismos” (Pérez Rodríguez et al, 2009). Ya de por sí no es lo más recomendable el uso de libros de texto como material pedagógico para conseguir la realización de conceptos científicos y motivar a los estudiantes. Para que haya un aprendizaje es esencial la realización de tareas prácticas. Hay que añadir, que no se suelen incluir actividades que permitan sacar a la luz los conceptos alternativos de los estudiantes ni que permitan analizar de manera crítica lo que dice la experiencia diaria o el sentido común. Tampoco se han observado tareas para comprobar si realmente se han comprendido los conceptos dejando atrás las ideas previas erróneas.

3.3 Los errores conceptuales y las ideas previas en Biología.

Las investigaciones sobre las preconcepciones en Biología son escasas y generalmente dedicadas a aspectos parciales y es notoria la falta de bibliografía con relación a ella.

En las ciencias en general, y en Biología en particular, es muy importante utilizar una terminología específica y un lenguaje correcto ya que cada idea necesita un único término propio. Además, conviene que sea universal, que haya un consenso entre toda la comunidad científica. Con los símbolos matemáticos y químicos, por ejemplo, no hay ningún problema porque cumplen lo mencionado anteriormente. También sucede lo mismo con los neologismos al ser éstos inventados para denominar un concepto nuevo (Unamuno Adarraga, 1997). Los neologismos además de ser universales y no dar pie a las equivocaciones, tienen un carácter etimológico.

Pero en otros casos, se usan palabras del lenguaje común para designar conceptos científicos produciéndose una dicotomía entre el lenguaje científico y el lenguaje común. Esto puede conllevar a confusiones y suponer problemas de aprendizaje.

La ciencia es una disciplina que está en constante metamorfosis, va evolucionando, por lo tanto los términos pueden ir perdiendo su significado exacto porque éstos son inamovibles. Estos problemas se incrementan en la enseñanza de las ciencias al pretender simplificar el contenido para, de esta manera, lograr una mayor precisión conceptual. Lo que es peor, muchos libros de texto no respetan esta precisión y utilizan palabras muy ambiguas que pueden implicar la asimilación de errores conceptuales.

Desgraciadamente, podemos encontrar errores conceptuales en varias ramas de la Biología (ecología, genética, fisiología vegetal, biología celular etc.) ya que no es un hecho aislado. De todas formas, conviene decir que las diferentes disciplinas tienen una gran conexión entre sí y no es positivo que no haya un nexo de unión entre los procesos biológicos. Por lo tanto, cualquier error conceptual en cualquiera de las aéreas afectaría directamente en el aprendizaje de la biología en general.

La genética ha sido una de los campos que más ha evolucionado en los últimos años (el uso de los transgénicos, la secuenciación de los genomas de los seres vivos, el empleo de los test de paternidad...) y es por ello que cada vez tiene mayor difusión en los medios de comunicación. Después de haber realizado diversas investigaciones en el ámbito pedagógico observaron que los estudiantes tienen severos problemas para comprender conceptos sobre genética (Caballero Armenta, 2008) y que tienen interiorizados errores conceptuales fruto de los medios de comunicación y los tópicos o creencias que han escuchado en la calle y que son difíciles de transformar. Ejemplo de ello es la visión antropocéntrica de la sociedad que influye enormemente en la actitud de los alumnos ya que obstruye el conocimiento, entre otros, de las leyes de Mendel y la reproducción de las plantas (el concepto de *autofecundación*). Tampoco tienen muy claro los estudiantes dónde se ubican el material genético ni cómo se transmite, probablemente por la repercusión del lenguaje habitual porque durante mucho tiempo han escuchado frases como “sois

de la misma sangre”. Para prevenir estas ideas previas o poder cambiarlas es fundamental una “alfabetización científica” por parte de los docentes y todas aquellas personas que participan en la realización del material didáctico.

Igualmente, en los textos académicos aparece “herencia biológica” como sinónimo de genética cuando la primera expresión es sólo una parte de lo que engloba la genética. El término herencia biológica se usó durante años, sobre todo después de los descubrimientos de Mendel pero todavía se desconocía el material hereditario y su ubicación. Hoy en día, sin embargo, además de conocer como se transmite el material genético de generación en generación, interesa saber cómo se guarda la información genética y cómo se traduce esa información en proteínas.

Por otro lado, la existencia de errores conceptuales que los estudiantes tienen acerca de un proceso fundamental como la fotosíntesis llamó la atención de muchos investigadores y docentes. Estos errores que cometen ya alumnos licenciados son de conocimiento básico. Casi la mitad de los encuestados no consideraban de vital importancia la presencia de la clorofila para llevar a cabo la fotosíntesis y el 70% de ellos creía que los hidratos de carbono no eran producto de este proceso (Astudillo Pombo y Gené Duch, 1984). Más de un 60% de los estudiantes equiparaba la fotosíntesis de las plantas con la respiración de los animales. No tenían claro tampoco si la fotosíntesis se realiza sólo de día y la respiración por la noche. Lo más preocupante era que muchos de los estudiantes que cometen estos errores acabarán ejerciendo de docentes.

3.4 Los errores conceptuales y las ideas previas en Biología celular.

Es necesario subrayar que en el análisis de la célula y de la biología celular en general, interaccionan diversas disciplinas y que el avance en este campo ha sido gracias, en gran medida, a los estudios realizados en física y química, entre otros. Es necesario evitar la separación de las diferentes especialidades que forman la carrera de biología e intentar integrar los datos que se consiguen de las diferentes modalidades, debido a la dificultad de determinar la frontera entre ellas. Aun así, trataremos los errores conceptuales que se cometen en especial en la biología celular.

Por fortuna, cada vez se obtienen más datos bioquímicos y estructurales, pero esta abundancia de datos a su vez, origina el olvido de los conceptos más esenciales que son fundamentales para entender conceptos relacionados con la función que realizan diversos prototipos celulares. Así mismo, se tiende a darle mayor importancia a los nuevos descubrimientos. Los docentes, muchas veces, por falta de tiempo y por querer demostrar su conocimiento de los nuevos avances, no les prestan suficiente atención a los conceptos básicos ni a los históricos y los estudiantes no los conocen o también terminan por no darles importancia (Durfort 1995). Muchos profesores dan por hecho que los estudiantes saben un gran número de conceptos sin haberlo confirmado previamente y, así, se corre el riesgo de que terminen la carrera sin dominarlos. Aunque la estructura celular de los seres vivos sea uno de los conceptos más elementales, para los estudiantes es complicado entender este concepto porque no se puede interpretar por medio de la observación cotidiana ni de la evidencia.

Además, como ya se ha mencionado, son los aspectos más básicos los que se olvidan, es decir, el tamaño, la morfología,...celular. Una buena comprensión de la estructura celular facilitaría la comprensión de los procesos fisiológicos.

Por ejemplo, cuando se pregunta a los alumnos que dibujen una célula la mayoría opta por dibujar un círculo cuando hay una gran variedad de opciones. De hecho, la forma circular es la menos indicada ya que se asocia a un eritrocito y esta célula pierde parte de sus orgánulos citoplasmáticos y el núcleo cuando se forma (Durfort 1995). Hay que tener en cuenta que una célula puede cambiar de forma si está adherida a una superficie, si está unida para formar un tejido...Estas apreciaciones son extrapolables a todo tipo de células. Por ello, es importante tener en cuenta la morfología de la célula cuando está en una situación “normal” para evaluar los posibles cambios.

Sobre el tamaño, los alumnos desconocen la magnitud de la célula y de los orgánulos porque no se le ha dado la importancia que tienen en su formación. Lo mismo ocurre con el número de células (excepto cuando se habla de las células sanguíneas y de los espermatozoides). Uno de los errores persistentes es la creencia de que el tamaño de los organismos es una consecuencia del tamaño de sus células.

En cuanto a la duración de la vida celular, es fundamental inculcar a los estudiantes que cada célula tiene una duración diferente y que no sólo hay que ver la célula como un solo ente sino que muchas veces actúan conjuntamente, se reciclan para renovar un tejido. Los alumnos suelen desconocer que después de la muerte celular programada es necesario el reciclaje de los órganos.

Por otro lado, en los libros de texto no se le suele prestar importancia a la terminología científica porque no se esfuerzan por unificar los términos. Hay que sumar las traducciones que se realizan de manera incorrecta (p.e. *La célula vegetal*, traducción del trabajo de Buva. Los microcuerpos se traducen como microorganismos). Es también importante dominar la raíz de los conceptos científicos para favorecer la comprensión de lo que se aprende ya que muchos estudiantes no conocen los prefijos y sufijos como *macro-*, *masto-*, *fago-*, *eu-*, *-filia*, *-podo*...

Un ejemplo de la utilización incorrecta de los términos sucede con la palabra respiración. La respiración se define como el proceso biológico gracias al cual se libera la energía de ciertas sustancias endoenergéticas (p.e. la glucosa) para que la célula pueda realizar sus funciones. Por medio de reacciones bioquímicas los compuestos orgánicos se degradan por la oxidación (el oxígeno es uno de los mejores oxidantes debido a su poca reactividad pero no todos los seres vivos lo utilizan). Por lo tanto, el objetivo de la respiración es la obtención de energía por medio de los nutrientes. Sin embargo, en numerosos textos escolares la palabra respiración se utiliza como sinónimo de intercambio de gases (liberación de CO₂ y captación de O₂) cuando no se trata de funciones biológicas que supongan ventajas para la célula. Se trata de un proceso anterior a la respiración, donde se obtiene el oxígeno del medio externo y se transporta hasta el interior de la célula para ser utilizado en el interior de la misma. El carbono dióxido, en cambio, es un residuo, forma parte de la excreción (Unamuno Adarraga, 1997). Algunos zoólogos utilizan el término de “movimientos ventilatorios” para designar el intercambio gaseoso pero son minoría. Tampoco los alumnos tienen muy claro el verdadero significado del término respiración.

¿Pero cuál es el verdadero obstáculo epistemológico? Se plantean muchas respuestas ante esta pregunta. Una de ellas, es el hecho de que los alumnos no llegan a comprender cómo funciona la célula, no se consiguen un aprendizaje significativo de

este concepto, el aprendizaje se limita a la pura memorización, bien por la dificultad que supone asimilar un concepto que difícilmente se puede observar en la vida diaria bien porque imaginan las células como “piezas” de los seres vivos que no realizan procesos bioquímicos. Si tienen problemas a la hora de dominar el funcionamiento de las células no podrán comprender el funcionamiento de los organismos complejos.

La mayoría de los estudiantes asimilan teóricamente que todos los organismos vivos están compuestos por células pero no se ha interiorizado significativamente el concepto porque no lo tienen tan claro cuando se trata de organismos vegetales (incluso los más adultos, el 30% de los alumnos de Escuelas de Formación del Profesorado); claro indicador de la visión antropocentrista de la sociedad (Caballer y Giménez 1992). Incluso cuando se comprende la estructura celular no se relaciona con los procesos fisiológicos (el crecimiento, el transporte...). Es complejo entender las características que determinan a los seres vivos porque no se tiene una visión microscópica, no se le aplican a las células las necesidades fisiológicas de un ser vivo, se tiende a pensar que son “máquinas”. Esto puede suceder porque en el período de transmisión de conocimientos los estudiantes no han realizado actividades prácticas que les permitan observar, reflexionar y debatir sobre la estructura celular de los organismos. Ya se ha mencionado que el rol del profesor de simple transmisor de conceptos ya elaborados no es el más adecuado y es fundamental complementar el aprendizaje por medio de imágenes y la realización de actividades que permitan observar la realidad (a través del uso del microscopio).

De esta manera, se observa en los estudiantes de secundaria y en los universitarios, que aunque se asimile el concepto de la estructura celular y de la membrana no ocurre lo mismo con el concepto de la función. La relación estructura/función de las células y las membranas celulares no se domina correctamente en el aprendizaje de la biología celular, probablemente por la existencia de errores conceptuales (es habitual pensar que las estructuras que son parecidas realizan funciones similares). Los conceptos que tienen que ver con la estructura han cambiado poco a lo largo del tiempo pero los conceptos afines a la función tienden a una mayor variabilidad y por lo tanto, a una mayor confusión (García Barrutia et al, 2002).

4. CONCLUSIÓN Y REFLEXIÓN FINAL

Hay una gran necesidad de crear nuevas estrategias de aprendizaje para poder desplazar las concepciones alternativas y las ideas previas por los conocimientos científicos. Está claro que el aprendizaje es un proceso de construcción de conocimientos partiendo de un conocimiento anterior (de las ideas previas). Por lo tanto, sería conveniente hablar de un modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias (Novak 1988) que aúna las últimas investigaciones. Éstas son las características principales de la teoría constructivista según Driver (1988):

- Es importante tener en cuenta lo que el alumno sabe previamente (conocimiento de las ideas previas)
- Los conocimientos que pueden perdurar en la memoria están estructurados
- El que está aprendiendo construye activamente significados.

Se ha propuesto examinar el aprendizaje como un cambio conceptual basado en la equivalencia entre el avance conceptual de un estudiante y el desarrollo histórico de los conocimientos científicos. El aprendizaje significativo se equipararía a la actividad racional que realizan los investigadores científicos. Para ello, es imprescindible que haya un desagrado con los conceptos existentes.

Las pautas a seguir con el objetivo de transformar las concepciones erróneas de los alumnos son:

- Identificar las ideas previas de los alumnos. Para ello promover la explicación de las ideas espontáneas de los estudiantes. (VER ANEXO 1)
- Cuestionar las ideas de los estudiantes con la ayuda de “contraejemplos”. A partir de las ideas que proporcionan los alumnos conviene diseñar ejemplos que permitan comprobar o rechazar sus ideas.
- Introducir conceptos nuevos. A través de las explicaciones del profesor, las prácticas, un buen material didáctico...
- Utilizar imágenes reales de la estructura celular de los seres vivos que faciliten una elaboración mental de los modelos biológicos

- Elaborar una secuencia de actividades que planteen los conflictos cognitivos, utilizando como apoyo las investigaciones realizadas, las ideas expresadas por los alumnos y la historia del proceso de elaboración de la teoría celular.

Conviene añadir que un cambio conceptual sólo será factible si hay un cambio metodológico. Uno de los problemas de la enseñanza actual es que se centra en los conocimientos (el “que”) dejando a un segundo plano los procedimientos (el “como”). La estrategia de enseñanza que va acorde con el modelo constructivista es el tratamiento de situaciones problemáticas, es decir, la que se basa en el trabajo de laboratorio y la realización de problemas de lápiz y papel.

En la enseñanza de la biología celular el objetivo no es pretender terminar con el problema de los errores conceptuales que pudieran tener los alumnos, sino tratar de poner las bases para que estos conceptos no sean un obstáculo epistemológico y puedan abordarse de nuevo la relación estructura función a nivel celular en etapas posteriores. De esto modo, se facilitaría el aprendizaje en cursos posteriores cuando ya se hayan aprendido unas nociones de química y puedan reinterpretarse estos conocimientos básicos.

La mejora del aprendizaje de las ciencias es responsabilidad de todas las partes implicadas. Principalmente la falta de conocimientos y habilidades recae sobre la actitud de los propios estudiantes y su falta de compromiso y esfuerzo. Tampoco hay que obviar que los docentes tienen que empezar por hacer una autocrítica, darle la importancia que merece a la didáctica, la formación pedagógica y abandonar el papel de mero transmisor de conocimientos elaborados sin prestar interés en las ideas previas del alumnado. Para finalizar, es indispensable trabajar por conseguir una metodología adecuada que se ajuste a la obtención de los resultados.

5. BIBLIOGRAFÍA

- AIKENHEAD, G., RYAN, A., 1992. *The development of a new instrument: 'Views on Science-Technology-Society' (VOSTS)*. Science Education, 76, 477-492
- ASTUDILLO POMBO, H. y GENÉ DUCH, A. M., 1984. *Errores conceptuales en Biología. La fotosíntesis de las plantas verdes*. Enseñanza de las Ciencias, 2 (1), 15-16
- AUSUBEL D., P., 1978. *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas: méxico
- BACHELARD, G., 1938. *La formation de l'esprit scientifique*. París
- BARANDIARAN PIEDRA J., 1988. *El modelo de enseñanza/aprendizaje de las ciencias en la reforma de las Enseñanzas Medias*. Enseñanza de las ciencias, 4 (3) 209-222
- CABALLER, M.J. y GIMÉNEZ, I., 1992. *Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos*. Centro del profesorado de Godella y Valencia. Enseñanza de las ciencias, 10 (2), 172-180
- CABALLER ARMENTA, M., 2008. *Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética*. Enseñanza de las ciencias , 26 (2), 227-244
- CALATAYUD, M.L. y GIL PÉREZ, D., 1993. *La preparación docente del profesorado de facultades de ciencias: una necesidad emergente*. Enseñanza de las ciencias, número extra (IV congreso) 35-36

- CAMPANARIO J. M., 2004. *Algunas posibilidades del artículo de investigación como recurso didáctico orientado a cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia*. Enseñanza de las ciencias, 22 (3), 365-378
- CAMPANARIO J. M., y OTERO J. C., 2000. *Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias*. Enseñanza de las ciencias, 18 (2), 155-169
- CARAMAZZA A, MCCLOSKEY M y GREEN B., 1981. *Naive beliefs in sophisticated subjects: misconceptions about trajectories of objects*. Cognitions, 9, 117-123
- CHAMPAGNE, A. and KLOPFER E.L. 1983. *Naive knowledge and science learning*. Research in science and technology education, 1 (2), 173-183
- DRIVER R. y EASLEY J., 1978. *Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students*. Studies in science education, vol 10, pp 37-70
- DRIVER R., 1988. *Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias*. Enseñanza de las ciencias, 4 (1), 3-15
- DURFORT, M., 1995. *La célula a la darrería del segle XX*. Barcelona. Institut d' Estudis Catalans, vol 100.pp. 93-111
- ENGEL CLOUGH, E. y WOOD-ROBINSON, C., 1985. *Childrens' understanding of inheritance*. Journal of Biological Education, 19(4), pp. 304-310

- GARCIA BARRUTIA, M.S., JIMENEZ ARTACHO, C., FONFRÍA DÍAZ J., FERNANDEZ PEREZ J., TORRALBA REDONDO B., 2002. *Evolución de conceptos relacionados con la estructura y función de membranas celulares en alumnos de Enseñanza secundaria y Universidad*. Anales de Biología, 24:201-207
- GIL PEREZ D., 1983. *Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias*. Enseñanza de las ciencias, 1 (1), 26-33.
- GIL PEREZ, ,1986. *La metodología científica y la enseñanza de las ciencias*. Unas relaciones controvertidas. Enseñanza de las ciencias 4 (2), 111-121
- HODSON, D., 1985. *Philosophy of science, science and science education*. Studies in science education, 12, 25-57
- JONES, M. G., CARTER, G., Y RUA, M. ,1999. *Exploring the development of conceptual ecologies: Communities of concepts related to convection and heat*. Journal of Research in Science Teaching, 37, 139-159
- MARTINEZ TORREGOSA .J., VERDÚ CARBONELL R., GIL PÉREZ D., CALLEJAS M. M., EWERT C. A., GARCÍA VERA G., MORENO GIRARDOT D., ALFONSO JAIMES R., QUIROGA MÉNDEZ J., 2005. *Desarrollo de competencias en ciencias e ingenierías. Hacia una enseñanza problematizada*. Didáctica de las ciencias
- NOVAK J.D., 1988. *Constructivismo humano: un consenso emergente*. Enseñanza de las ciencias, 6 (3), 213-223
- OSBORNE R. y WITTROCK M., 1983. *Learning science: a generative process*. Science education, 67, pp 490-508

- PÉREZ-RODRIGUEZ A., MORGAN M. J., SABORIDO-REY F., 2009. *Comparison of demographic and direct methods to calculate probabilistic maturation reaction norms for Flemish Cap cod (Gadus morhua)*. Darwinian fisheries management. Volume 2, Issue 3, pages 291–298
- PIAGET J., 1959. *Apprentissage et connaissance*. PUF.Paris
- PIAGET J., 1969. *Psicología y pedagogía*. Ariel, Barcelona
- PINTÓ, R., ALIBERAS, J. y GÓMEZ, R., 1996. *Tres enfoques de la investigación sobre concepciones alternativas*. Enseñanza de las ciencias, 14 (2), 221-232
- POZO J.I., 1989. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. Ediciones Morata, Madrid.
- SCHIBECHI R., A., 1986. *Images of science and scientists and science education*. Science education, 70 (2) 139.149
- UNAMUNO ADARRAGA M., 1997. *Problemas conceptuales del vocabulario biológico. Su posible solución*. Didáctica, 9, 311-328. Servicio de Publicaciones UCM, Madrid.
- VIENNOT L., 1976. *Le raisonnement Spontané en Dynamique Élémentaire*. Tesis doctoral. Université de Paris 7.

Anexo 1: Planificación del trabajo práctico

1. Determinación de las características de las células y los tejidos animales.

Se plantea la formación de 2 grupos (cada uno de 5 miembros): grupo A y grupo B

El grupo A deberá reconocer el tipo de células y tejidos presentes en el intestino delgado de un mamífero, por ejemplo un conejo común (*Oryctolagus cuniculus*) a través de una fotografía. Los posibles tejidos reconocidos se numerarán en un esquema realizado por los alumnos, junto con un listado de criterios utilizados para su reconocimiento.

El grupo B deberá anotar las características y el tipo de células y tejidos que esperaría encontrar en la muestra del intestino delgado, que realiza funciones como la digestión y la absorción de nutrientes, la renovación de las células dañadas...deberán anotar las características en una hoja. Se les pedirá que expliquen la composición de la membrana celular, la composición química de la membrana celular, los orgánulos más importantes, etc.

Se les planteara una serie de preguntas:

Grupo A

¿Qué tipo de tejidos y células aparecen en relación a las funciones de digestión, absorción, secreción, regeneración y secreción?

Escribir en una lista para comunicar a sus compañeros

Grupo B

La imagen aportada por los profesores corresponde a una muestra del intestino delgado de un conejo común (*Oryctolagus cuniculus*). Después de observar la fotografía responderán:

- ¿Cuántos tipos de células que corresponden a distintos tejidos se pueden diferenciar?
- ¿En qué características se han basado para diferenciar los diferentes tipos de células?

- ¿Qué función tendrá cada tipo de célula?

Se les pedirá que indiquen en una hoja las diferentes células y las características que han podido observar y reconocer a través del microscopio.

2. Determinación de la relación estructura celular y función.

A través de esta actividad se relacionará los resultados de ambos grupos. Después se preguntara la siguiente cuestión:

- Relacionad los resultados de vuestro trabajo con el de vuestros compañeros. Si es necesario, reconsiderad las características mencionadas en cada grupo.

3. Reunión y análisis de los datos.

Después de juntar los resultados de los distintos subgrupos se anotarán las diferencias y los parecidos en la pizarra. A continuación, se hará hincapié en aquellas características que presenten más dificultades. Para finalizar, después de sumar los datos se analizarán detenidamente las características correspondientes a cada tejido y célula.