

¿Comprenden y aceptan los estudiantes la evolución? Un estudio en bachillerato y universidad

Marga L. Rivas¹ y Francisco González García²

¹ Departamento de Zoología. Universidad de Granada. España. mrivas@ugr.es

² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada. España. pagoga@ugr.es

[Recibido en mayo de 2015, aceptado en noviembre de 2016]

Mostramos la comprensión de conceptos básicos de la teoría evolutiva en un conjunto de estudiantes de bachillerato de ciencias y humanidades, así como entre estudiantes de ciencias y de magisterio. Los estudiantes declaran su nivel de aceptación de esta teoría, su importancia para la ciencia y los posibles conflictos que les genera con sus creencias personales. Los resultados indican que no hay grandes conflictos personales. Es notable el escaso nivel en las respuestas en estudiantes del bachillerato de ciencias y del último curso de ciencias biológicas. Los resultados se discuten considerando las posibles implicaciones para la formación del profesorado en sus distintos niveles.

Palabras clave: teoría evolutiva; creencias personales; enseñanza de la biología.

Do students understand and accept biological evolution? A study on high school and university students.

We show an understanding of basic concepts of evolutionary theory in a group of high school students in sciences and humanities, as well as among biological science and primary teaching students. Students declare their level of acceptance of this theory, its importance for science and potential conflicts that it generates them with their personal beliefs. The results indicate that there is no significant conflict with their personal beliefs. It is remarkable the low level in responses between high school students and science students in the final year of science. The results are discussed considering the possible implications for teacher education at different levels.

Keywords: evolutionary theory; personal beliefs; teaching biology.

Para citar este artículo: Rivas, M.L. y González García F. (2016) ¿Comprenden y aceptan los estudiantes la evolución? Un estudio en bachillerato y universidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 13 (2), 248-263. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18287>

Introducción

La propuesta realizada por Charles Darwin para explicar el origen de la diversidad de formas de vida sigue suscitando un debate donde defensores y detractores de las teorías evolucionistas mantienen sus diferencias. Esta afirmación puede resultarnos extraña desde el campo de las ciencias biológicas, donde su aceptación es un hecho, pero cobra pleno sentido cuando nos trasladamos al campo de la educación en biología (Lyons, 2010). Desde los años 1920 surgió en Estados Unidos un movimiento religioso fundamentalista que llevó al establecimiento de leyes anti-evolucionistas en varios estados (Antolin y Herbers, 2001). Sus objetivos se focalizaron en eliminar o restringir la enseñanza del evolucionismo de las aulas de diversos niveles educativos y/o incluir la enseñanza del creacionismo en la educación científica de los estudiantes. Este movimiento ha tenido diferentes expresiones, manifestándose en la actualidad en la denominada teoría del diseño inteligente (Alters y Alters, 2001; Scott y Branch, 2003). Los puntos de vista de la mayoría de científicos se posicionan radicalmente opuestos al diseño inteligente aunque entre la población de los Estados Unidos hay una gran proporción que no creen que la especie humana provenga de otras especies y rechazan la evolución a favor del dogma religioso (Moore, 2002). Así, aunque la mayoría de científicos

coinciden en considerar al creacionismo como una ‘pseudociencia’ no demostrable científicamente, algunos comienzan a considerarla como una opción científica, apoyándola y participando en campañas anti-evolucionistas tanto dentro como fuera de las aulas (Good, 2003). La enseñanza del creacionismo en la educación pública estadounidense es inconstitucional en virtud de la primera enmienda a su constitución que prohíbe la presencia de la religión en las escuelas públicas, sin embargo sigue impartándose y continúa sembrando debates públicos (Moore, 2002, 2004; Nehm, 2006). Debido a esto un gran número de científicos y sociedades científicas reclaman que la evolución debe ser enseñada en clases de ciencias puesto que hoy día es la única explicación científica sobre el origen de la vida, su diversidad y la existencia del universo (Moore, 2004).

Esta controversia en la educación en biología se ha producido en otros países. Valga el ejemplo de la enseñanza chilena, donde en la actualidad la enseñanza de la teoría evolutiva oscila entre los contenidos obligatorios y los optativos de sus programas de enseñanza media, aunque a lo largo del siglo XX su presencia se redujo en parte debido al desarrollo de los contenidos biológicos pero también por las presiones ideológicas de sectores religiosos conservadores (Tamayo y González-García, 2010). En el caso de España, la enseñanza de la evolución ha pasado por diferentes etapas. Barberá y Zanón (1999) han puesto de manifiesto la gran presión política, social y religiosa a la que se ha visto sometida la educación española a lo largo de la historia del sistema educativo español. Desde 1939 el curriculum de biología español estuvo totalmente influenciado por grupos sociales poderosos que declinaron la enseñanza hacia el adoctrinamiento, y la teoría evolutiva estuvo excluida de los programas educativos hasta principios de los años 70, cuando apareció tímidamente. En la reforma de 1990 se observa que la evolución sólo se incluye en secundaria en el curso final y en una materia que es optativa, con lo que no todo el alumnado la cursa. En los diferentes currículos del siglo XXI se ha incluido la evolución de forma más amplia en dos cursos y en varias asignaturas, pero debemos hacer hincapié en la escasez de contenidos sobre evolución que se imparten a los alumnos de la orientación de humanidades, en particular al desaparecer la asignatura común Ciencias para el mundo contemporáneo. Por lo tanto, ampliar estos temas es de vital importancia, no sólo exclusivamente en la formación de los estudiantes de orientación científica sino en la del resto de alumnos. Todo el alumnado debe tener la oportunidad de aprender una de las teorías más importantes en la historia del pensamiento humano (González-García, 2009).

La investigación educativa señala que existe una escasa comprensión de los conceptos y procesos evolutivos, así como una permanencia de diversos errores sobre los mecanismos de la evolución biológica, en particular de la selección natural (Jiménez-Alexandre y Fernández, 1989; Bishop y Anderson, 1990; Alters y Nelson, 2002; Gregory, 2009).

El papel del profesorado es importantísimo a la hora de abordar estos temas en las aulas. El objetivo es lograr que los alumnos adquieran y comprendan los conceptos y procesos evolutivos de forma eficaz; de modo que puedan reflexionar, argumentar, incorporar e interiorizar esa nueva información de una forma personal y autónoma (Jiménez-Alexandre, 1998; Jiménez-Alexandre y Díaz, 2003). Sin embargo los propios profesores de biología tienen errores similares a los de sus estudiantes (Rutledge y Mitchell, 2002) o muestran ciertos reparos a enseñar la teoría evolutiva (Nehm *et al.*, 2009). Estos reparos, que son más manifiestos en el caso del profesorado estadounidense, son aún extraños en países europeos pero debido al fuerte activismo de los movimientos creacionistas se considera que en poco tiempo los profesores europeos pueden enfrentarse a objeciones sobre la enseñanza de la evolución (Graebisch y Schiermeir, 2006; Blancke, 2010.); incluso el Consejo de Europa

advirtió contra el peligro del creacionismo en la educación europea (Consejo de Europa, 2007).

Dentro de una línea de trabajo que estudia la enseñanza-aprendizaje de la teoría evolutiva entre los estudiantes de secundaria y entre el profesorado en formación, presentamos los resultados de la aplicación de un cuestionario que indaga en la comprensión de la teoría evolutiva y la conformidad con las creencias de diferentes grupos de estudiantes. Los resultados se analizan e interpretan teniendo en especial consideración la importancia de la formación del profesorado en sus diferentes niveles.

Metodología del estudio

En la investigación se muestran las respuestas emitidas por estudiantes que cursaban 1º curso de Bachillerato, (16-17 años) de las especialidades de Ciencias y Humanidades de dos centros públicos de secundaria: IES Aynadamar e IES-Zaidin Vergeles de la Ciudad de Granada; y estudiantes Universitarios pertenecientes a estudios de Magisterio de la Facultad de Ciencias de la Educación (3º Curso de Educación Primaria), y estudiantes de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Granada (del último curso de licenciatura).

En total se recogieron datos de 259 estudiantes (71 Facultad de Ciencias, 90 Facultad de Educación-Magisterio, 48 Bachillerato de Ciencias y 50 Bachillerato de Humanidades).

Los estudiantes de Bachillerato Ciencias habían cursado la materia de Biología en el curso anterior, donde se imparte contenidos de evolución. Los estudiantes de Bachillerato Humanidades no habían cursado la materia de Biología en el curso anterior ni habían abordado aún los contenidos evolutivos que se cursan en la materia de Ciencias para el Mundo Contemporáneo. Los estudiantes de Educación-Magisterio no habían tenido contacto con materias de ciencias desde el tercer curso de ESO, aunque habían cursado la materia general de Didáctica de las Ciencias Experimentales en el curso anterior. En las tablas de resultados nos referimos a ellos como Universidad Humanidades puesto que todos ellos declararon proceder del Bachillerato de Ciencias Sociales-Humanidades o Artes. El grado de cumplimentación de los cuestionarios fue superior al 95% en todos los ítems. Todos los estudiantes participaron de forma voluntaria y anónima para la realización de los cuestionarios y fueron desarrollados en horario lectivo donde el profesor cedió parte de su horario de clase. El tiempo necesario para responder al cuestionario no excedió de 25 minutos.

Nuestro estudio utiliza el cuestionario sobre Evolución propuesto por Blackwell et al., (2003). Este cuestionario es de fácil aplicación y realiza una propuesta para que los estudiantes apliquen sus conocimientos sobre evolución a situaciones conocidas, valorando su comprensión y aceptación de la teoría evolutiva. En el **anexo 1** se muestra el cuestionario utilizado.

El cuestionario tiene tres partes (A, B y C). En la primera (A) se manifiesta si se está de acuerdo, en desacuerdo o si no hay opinión formada sobre diez enunciados que hacen referencia a poblaciones de animales y de bacterias. En la segunda parte (B), las diez respuestas anteriores se deben relacionar con una serie de conceptos de la teoría evolutiva, en concreto con los conceptos de: (1) Lucha por la existencia, (2) Variabilidad, (3) Crecimiento poblacional, (4) Depredación, (5) Adaptación, (6) Supervivencia de los más aptos, (7) Reproducción diferencial, (8) Selección natural (o artificial, si es realizada por el hombre), (9) Cambio en las poblaciones y (10) Cambio a través de la descendencia. En la tercera parte (C) los estudiantes indican sus opciones personales de acuerdo con sus ideas sobre la importancia de los conceptos evolutivos y su influencia o conflicto con sus creencias, a través de cinco cuestiones de opción múltiple entre las que el estudiante debe elegir.

El cuestionario fue traducido y revisado por dos profesores externos al trabajo y se incorporaron algunas modificaciones para su mejor comprensión en el idioma español. El cuestionario indaga en los conocimientos sobre la teoría evolutiva aplicada a procesos naturales familiares a los estudiantes y en su capacidad para relacionarlos con los conceptos académicos de la evolución (partes A y B). Todos los resultados que se comentan en la siguiente sección se presentan como el porcentaje del total de respuestas emitidas, en unos casos como porcentaje de las respuestas correctas esperadas (partes A y B) o como porcentaje de las diferentes opciones a elegir en los ítems (parte C).

Presentamos las medias de respuestas para los cuatro grupos de estudiantes con los que se trabajó. Mediante el programa estadístico R (versión 3.2.1) se realizó un estudio de pruebas no paramétricas, con tablas de contingencia 2x2 y nivel de significación 0.01, con el objeto de establecer la existencia de diferencias significativas entre las medias de los diferentes grupos.

Resultados

Los resultados obtenidos del cuestionario en la Parte A y B recogen el grado de comprensión que sobre la teoría de la evolución y sus principales conceptos presentan los diferentes grupos de estudiantes. Los estudiantes debían manifestar su acuerdo o no, o elegir una opción (preguntas 3 y 4), acerca de diferentes enunciados que describen procesos en poblaciones de animales (parte A); y posteriormente debían relacionar esos procesos con conceptos básicos de la teoría evolutiva (parte B).

En su parte A las respuestas recogidas nos dan a conocer el nivel de reconocimiento de diversos procesos naturales básicos en poblaciones de animales. Se esperaba que mostraran su acuerdo con la descripción simple del proceso o eligieran la opción más correcta (por ejemplo, existen diversas razas de perros).

En la primera parte del cuestionario (parte A) los estudiantes del bachillerato de ciencias se mostraban de acuerdo con los enunciados presentados en un 77% de los casos (valor medio para los diez enunciados) y en un 10% indicaban no tener opinión formada sobre el tema o no poder decidir si estaban de acuerdo o en desacuerdo. En los estudiantes del bachillerato de humanidades, la media de acuerdo era del 60% y en un 22% no podían decidir. Las diferencias entre grupos son estadísticamente significativas ($X^2 = 6,5$; $p=0.01$).

En la parte B del cuestionario los estudiantes deben relacionar los procesos descritos anteriormente con un listado de conceptos evolutivos. La diferencia de formación entre los estudiantes del bachillerato de ciencias y el bachillerato de humanidades nos hacía pensar que encontraríamos diferencias en esta tarea y respuestas. Los estudiantes de bachilleratos de ciencias presentan un 44% de aciertos (valor medio para los diez enunciados) al identificar los conceptos, frente a un 31% en el bachillerato de humanidades, sin embargo esta diferencia de medias global no es estadísticamente significativa ($X^2 = 3,6$; $p=0.06$). Tan solo apreciamos que se dio una gran diversidad de respuestas entre los alumnos del bachillerato de humanidades. Los estudiantes de ciencias se muestran más seguros al dar sus respuestas, aunque sean erróneas, lo que parece congruente con la parte A del cuestionario, donde solo el diez por ciento indicaban no tener opinión formada.

Los conceptos de reproducción diferencial, supervivencia de los más aptos, cambio en las poblaciones y cambios a través de la descendencia son los conceptos que los estudiantes de ambas especialidades tienen mayor dificultad a la hora de identificar y presentan más diversidad de respuestas en ambos grupos de estudiantes.

En los estudiantes universitarios los resultados fueron más bajos de lo que nosotros esperábamos, particularmente entre los estudios que cursaban Ciencias Biológicas. En la primera parte (parte A) los estudiantes de Ciencias (Universidad Ciencias) manifestaron estar de acuerdo con los enunciados en un 74% (valor medio para los diez enunciados) y en un 12% indican no tener opinión formada. Los estudiantes de Magisterio (Universidad Humanidades) presentan un 68% y 18%, respectivamente. No hay diferencia significativa entre sus valores medios ($X^2 = 1,5$; $p=0.02$).

En las respuestas de la Parte B, el valor medio de acierto al identificar correctamente los conceptos evolutivos es del 46% en los estudiantes de Ciencias (solo un 2% más que los estudiantes de bachillerato) y en el caso de los estudiantes de Magisterio el acierto medio es del 43% (12 puntos más que los estudiantes del bachillerato de humanidades y solo tres menos que los estudiantes de Ciencias). Incluso en algunas preguntas los estudiantes de Magisterio superan los porcentajes de respuestas respecto al grupo universitario de ciencias. No hay diferencia significativa entre los valores medios de aciertos de ambos grupos ($X^2 = 0,2$; $p=0.7$) Al igual que en los estudiantes de bachillerato, las mayores dificultades estriban en los conceptos de cambio a través de la descendencia, supervivencia de los más aptos y reproducción diferencial. En estos conceptos es donde se obtiene una mayor diversidad de respuestas.

Los resultados de la Parte C son particularmente relevantes para valorar la aceptación e importancia que tiene la teoría evolutiva, más allá del grado de conocimiento sobre cuestiones específicas de la teoría evolutiva.

En la Tabla 1 destaca como la mayoría de estudiantes perciben claramente conexiones entre las preguntas sobre poblaciones y los principios evolutivos (respuestas a y b). Un número elevado de estudiantes de bachillerato señalan la opción a o b: 70,9% para los bachilleratos de ciencias y 59,2% para los de humanidades; y el resultado de los universitarios fue de 82,3% y 72,2% respectivamente. Sin embargo, estos altos porcentajes no están totalmente relacionados con los resultados comentados de la parte A y B. Resalta que los estudiantes de universidad de Ciencias manifiestan tener más claras las relaciones (82,3%) que los de bachiller (70,9%), aunque en realidad sus conocimientos eran ligeramente superiores, y sin significación estadística ($X^2 = 3,4$; $p= 0.07$). Podríamos decir que declaran que saben evolución por el mero hecho de estudiar biología, puesto que sus niveles de acierto realmente fueron bajos.

Tabla 1. Relación percibida entre las preguntas iniciales sobre poblaciones de animales y los conceptos biológicos enumerados. Los resultados se expresan en porcentajes del total de cada grupo de estudiantes.

	Estudiantes Bachillerato Ciencias	Estudiantes Bachillerato Humanidades	Estudiantes Universidad Ciencias	Estudiantes Universidad Humanidades
a) He visto claro la mayoría de las relaciones	29,2	16,3	45,6	20,0
b) He visto claro algunas relaciones	41,7	42,9	36,7	52,2
c) He visto claro unas pocas relaciones	18,7	26,5	11,4	20,0
d) Hay relaciones pero no están muy claras	8,3	6,1	6,3	6,7
e) No he visto las relaciones	2,1	8,2	0,0	1,1

Es relevante el alto porcentaje (40,8%) de estudiantes de bachillerato de humanidades que reconoce no ver clara las relaciones existentes entre las preguntas y los conceptos biológicos

(opciones c, d y e), lo que es acorde con sus más bajos niveles de respuestas correctas. Parecieran admitir que su formación es menor en el tema.

Los estudiantes de Universidad de Ciencias en ningún caso indican no ver las relaciones y un 17.7% manifiesta ver pocas relaciones o no estar claras, frente a los estudiantes de Magisterio (27.8% opciones c, d y e); de nuevo se aprecia una cierta superioridad que en realidad no se ve reflejada por unos niveles superiores de respuestas correctas.

En la Tabla 2 observamos como en todos los grupos, menos en el de bachillerato de humanidades, hay valores superiores o en torno al 90% en que los estudiantes comparten la importancia de la teoría de la evolución para su vida y la sociedad (opción a). Hay que reseñar que el 28,6% de estudiantes de bachillerato de humanidades muestra discrepancias entre la importancia de ésta para su vida y para la sociedad (opciones c y d), lo que mostraría una cierta contradicción personal. Un 12,2 % de los estudiantes del bachillerato de humanidades indica la teoría evolutiva tiene poca o ninguna importancia para su vida y para la sociedad (opción b).

Tabla 2. Importancia concedida a los conceptos evolutivos. Los resultados se expresan en porcentajes del total de cada grupo de estudiantes.

	Estudiantes Bachillerato Ciencias	Estudiantes Bachillerato Humanidades	Estudiantes Universidad Ciencias	Estudiantes Universidad Humanidades
a) Es importante para mi vida y para la sociedad	91,6	53,1	91,6	90,0
b) Poca o ninguna importancia para mi vida y la sociedad	2,1	12,2	1,4	3,3
c) Importancia para mi vida pero no para la sociedad	2,1	14,3	4,2	1,1
d) Importancia para la sociedad pero no para mi vida	4,2	14,3	2,8	5,6
e) Puede usarse para las películas, pero nada más	0,0	6,1	0,0	0,0

En la Tabla 3 se aprecia como mayoritariamente los estudiantes consideran la teoría de la evolución como la explicación fundamental de los procesos evolutivos. Sin embargo para los estudiantes de bachillerato de humanidades esta opción no alcanza el 50%; siendo relevante que incluso entre universitarios de ciencias hay respuestas favorables a otras opciones.

Tabla 3. Razón por la que la teoría de la evolución es importante para explicar el desarrollo y el cambio de la vida sobre la Tierra. Los resultados se expresan en porcentajes del total de cada grupo de estudiantes.

	Estudiantes Bachillerato Ciencias	Estudiantes Bachillerato Humanidades	Estudiantes Universidad Ciencias	Estudiantes Universidad Humanidades
a) Es la explicación fundamental	91,7	44,9	84,3	75,3
b) Es válida pero menos importante que otras explicaciones	8,3	26,5	5,7	12,3
c) Tiene una importancia escasa	0,0	18,4	2,9	4,5
d) No tiene importancia	0,0	6,1	0,0	0,0
e) No tengo una opinión clara	0,0	4,1	7,1	7,9

Preguntados directamente por posibles conflictos con creencias personales, entre una cuarta parte y una tercera parte de todos los encuestados reconocen algún tipo de controversia

personal (Tabla 4: opción b y c). Hasta un 10% en el caso de alumnos de bachillerato de humanidades afirma que nunca podrán creer en la evolución.

Tabla 4. Posibilidades de conflicto o compatibilidad entre la teoría de la evolución y las creencias personales de los estudiantes. Los resultados se expresan en porcentajes del total de cada grupo de estudiantes.

	Estudiantes Bachillerato Ciencias	Estudiantes Bachillerato Humanidades	Estudiantes Universidad Ciencias	Estudiantes Universidad Humanidades
a) Compatible con mis creencias personales	64,0	36,8	53,5	42,2
b) Muchas veces entra en conflicto con mis creencias personales	6,4	12,2	5,6	10,0
c) En ocasiones entra en conflicto con mis creencias personales	14,9	20,4	15,5	20,0
d) No lo tengo claro, pero me interesa saber más sobre el problema	12,7	20,4	25,4	25,4
e) Nunca podré creer en la teoría de la evolución	0,0	10,2	0,0	1,1

La mayoría de estudiantes universitarios tanto de ciencias como de humanidades aceptan en su mayor parte o totalmente la teoría de la evolución (Tabla 5, opciones a y b). No hay diferencias significativas entre sus porcentajes; 81,5% (Ciencias) y 79,8% (Humanidades) ($X^2 = 0,03$; $p = 0,9$). Sin embargo es significativa la diferencia de porcentajes entre bachillerato de ciencias y bachillerato de humanidades: el 59,2% de los alumnos de bachillerato de humanidades confirman la aceptación, en su totalidad o en su mayor parte, de la teoría de la evolución, a diferencia del 97,9% de los de ciencias ($X^2 = 45,1$; $p < 0,01$).

Tabla 5. Aceptación de la teoría de la evolución Los resultados se expresan en porcentajes del total de cada grupo de estudiantes.

	Estudiantes Bachillerato Ciencias	Estudiantes Bachillerato Humanidades	Estudiantes Universidad Ciencias	Estudiantes Universidad Humanidades
a) En su totalidad	55.3	26.5	27.2	25.8
b) En su mayor parte	42.6	32.7	54.3	54.0
c) Solo algunas partes	2.1	22.4	17.1	19.1
d) Solo un poco	0.0	14.3	1.4	1.1
e) Nada en absoluto	0.0	4.1	0.0	0.0

Discusión

Los estudios sobre el grado de conocimiento de la teoría evolutiva y la persistencia de ciertos errores entre los estudiantes son un tema habitual en la investigación didáctica (Gregory, 2009) y también es común los trabajos que ponen en evidencia la no aceptación de la teoría evolutiva por parte de la población, incluidos estudiantes de diversos niveles, influidos principalmente por razones de creencias religiosas (Miller *et al.*, 2006). En los estudios sobre la aceptación o resistencia de los individuos a la teoría evolutiva es habitual el uso de una escala, denominada MATE, desarrollada por Rutledge y Warden (1999); sin embargo el uso de esta

escala no está exenta de críticas (Wagler y Wagler, 2013) al ser usadas en diferentes contextos y estar diseñada para ser contestada por profesores de biología con experiencia.

En nuestro trabajo utilizamos un cuestionario que incluye preguntas tanto de la comprensión de conceptos básicos de evolución como cuestiones sobre las opiniones y creencias personales, aunque no hay una referencia explícita a la religión. No hubo problemas de comprensión al aplicar el cuestionario, aunque dada la diferencia de contextos no pretendemos comparar los resultados con otros trabajos.

Aunque nuestro estudio no es longitudinal y las muestras de estudiantes son de grupos diferentes y separados en formación académica por entre 4 y 5 años no ocultamos nuestra sorpresa ante la falta de diferencias significativas en el progreso de conocimientos y comprensión de la teoría evolutiva en la mayor parte de los casos. Tan solo hubo diferencias significativas al comparar los estudiantes de bachillerato de ciencias y humanidades en la parte A del cuestionario. Las diferencias de formación de los bachilleratos podrían explicar estos resultados. El tema de evolución se incluye dentro del curriculum tanto para la asignatura optativa de Ciencias de la Naturaleza de 4º de la ESO como para la asignatura común de Ciencias para el Mundo Contemporáneo de 1º de Bachillerato. Los alumnos del bachillerato de humanidades encuestados comentaban que con anterioridad les había sido impartido muy pocos contenidos o ninguno relacionado con las teorías evolutivas, en particular al no cursar ciencias en cuarto curso de ESO, y además completaron el cuestionario antes de estudiar los contenidos de evolución de la materia Ciencia para el Mundo Contemporáneo.

Con todas las precauciones posibles, dado que el estudio es transversal, son notables los escasos progresos en el reconocimiento y comprensión de conceptos evolutivos entre los estudiantes de bachillerato de ciencias y los estudiantes de ciencias biológicas, así como la falta de diferencias significativas en el resto de nuestros resultados entre los estudiantes universitarios de ciencias biológicas y los estudiantes de magisterio que provienen en su totalidad del bachillerato de humanidades. A todo ello hemos de sumarle el bajo nivel general de las respuestas en comprensión y conocimiento.

Estos resultados merecen un detalle pormenorizado y una interpretación múltiple a la luz de los resultados de las otras partes del cuestionario.

Por una parte, los resultados mostrados en la Tabla 1 sugieren que tanto los estudiantes de humanidades de bachillerato como de magisterio presentan la idea de que tienen poco conocimiento de los procesos evolutivos o expresan que saben que no saben (aunque en realidad saben relativamente más de lo que creen saber); mientras que los estudiantes de ciencias, en particular los universitarios, creen saber más de lo que en realidad conocen (o más bien no saben que no saben). Esta última cuestión resulta particularmente preocupante puesto que debemos interrogarnos sobre la calidad de la formación en materia evolutiva entre nuestros estudiantes de ciencias, tanto de bachillerato como de ciencias biológicas.

Algunos autores plantean que la persistencia de errores en la comprensión de los mecanismos evolutivos, por ejemplo mantener las explicaciones teleológicas, es una característica del pensamiento humano incluso en la edad madura (Kelemen y Rosset, 2009). En esa misma línea, Fernández y Sanjosé (2007) compararon las ideas de estudiantes universitarios con estudiantes de bachillerato encontrando que aquellos no tenían un número menor de ideas alternativas sobre la evolución que los de menor edad que cursaban el bachillerato.

La cuestión es compleja en la medida en que también se reconoce que sobre el nivel de comprensión de la evolución pueden influir factores como las creencias personales, en particular ideas religiosas. Más allá del caso estadounidense, con sus particularidades propias, otros estudios han puesto el dedo sobre esta variable, en países como Turquía (Tasquin,

2013), Egipto (Mansour, 2010) y también en Europa (Graebisch y Schiermeir, 2006; Blancke, 2010) Las palabras de Rankey (2003, p.307) resumen la complejidad del tema al afirmar que “ hay muchos tonos de gris entre el blanco y negro cuando se trata de aceptar o rechazar la evolución, así como muchos grados de comprensión”.

En el caso que nos ocupa, en España, es necesario buscar los tonos grises que debemos destacar y que puede ayudarnos a explicar los resultados que presentamos. La mayoría de los estudiantes declaran aceptar en su totalidad o en su mayor parte la teoría de la evolución, aunque entre los estudiantes del bachillerato de humanidades es donde se aprecian mayores reticencias a aceptar la importancia de esta teoría científica. También es este grupo de estudiantes el que menor conocimiento presenta. Sería de interés ahondar en el futuro en esta relación, a nivel individual y no tanto por grupos. Para ello sería necesario realizar estudios con un enfoque cualitativo, como los realizados, por ejemplo por Yasri y Mancy (2014).

Con diferencia significativa son los estudiantes del bachillerato de humanidades los que aceptan solo partes o en algún caso la teoría evolutiva. En las opciones del cuestionario se habla de creencias personales, no se realiza referencia a la religión, aunque todos los alumnos manifestaban de manera informal que conocían que el problema podía plantearse por “la Biblia”, “Adán y Eva”, “la Iglesia”, “el creacionismo”, “los curas”, y expresiones similares. En nuestro país no existe ningún movimiento religioso creacionista de gran fuerza, por el momento, y los resultados indican que la controversia con el creacionismo parece aún lejana.

Dado que la posible influencia de las creencias personales no nos ayuda a comprender el bajo nivel de los resultados de comprensión y la falta de diferencias entre grupos, hemos de tener en consideración la hipótesis de que la enseñanza de las teorías evolutivas es escasa y deficiente en nuestro país.

Los propios estudiantes declaran haber recibido poca formación en el tema y muestran deseo de recibir mayor información (opción d en la Tabla 4, entre el 12 y el 25% de los estudiantes).

Barberá y Zanón (1999) han puesto de manifiesto que los conceptos de evolución no han estado muy presentes ni en el currículo educativo español ni tampoco en los textos de estudio de los que han dispuesto los profesores a lo largo de la historia del siglo XX. No hay que olvidar las fuertes presiones ideológicas, religiosas y sociales que eliminaron la evolución del curriculum desde 1938 a 1975. Desde 1990, la realidad educativa en nuestro país tampoco lleva a ser muy optimistas en cuanto a la efectiva y correcta enseñanza de la evolución. Por un lado venimos asistiendo a numerosas reformas educativas en las que la enseñanza de las ciencias va perdiendo protagonismo y, a nivel de descripción curricular, siempre se mantiene la enseñanza de la evolución dentro de una materia optativa del último curso de la educación secundaria. La existencia de una materia de formación científica obligatoria para todos los bachilleratos, incluidos los de humanidades, Ciencias para el Mundo Contemporáneo, ha sido derogada en la última reforma, eliminando de nuevo cualquier posibilidad de que todos los estudiantes de bachillerato tengan una mínima formación en materias científicas.

Incluso desde el punto de vista científico la teoría de la evolución no recibe un buen tratamiento curricular. La Biología de los cursos del bachillerato científico es el único momento en que la evolución se imparte con alguna profundidad. En el primer curso la Biología divide su tiempo con la Geología y la evolución ocupa un bloque de contenidos dentro de los seis o siete en que se divide en los textos y generalmente aplicada a explicar la biodiversidad. En segundo año, la biología es en realidad una bioquímica y una biología molecular de la célula con algunos apéndices de inmunología y microbiología aplicada. Esta biología molecular en el curso previo a la universidad, disfrazada de biología, es materia obligatoria para acceder a muchos grados científicos y objeto de repetidos exámenes para subir

calificación y poder entrar en estudios muy demandados como Medicina o Bioquímica. Este tipo de presión distorsiona la imagen de la enseñanza de la biología y también de su aprendizaje, resultando que en los estudios de ciencias pareciera que la evolución se da por sabida. De acuerdo con Barberá y Zanón (1999) esta construcción disciplinar no responde a criterios científicos sino a una verdadera construcción social de las disciplinas, en el sentido definido por Goodson (1995), y que puede alcanzar significado por el interés en dirigir la formación de los estudiantes hacia aspectos médicos y biotecnológicos.

Puesto que trabajamos en la formación didáctica inicial tanto del profesorado de educación primaria como de educación secundaria nos preocupa que la escasa y/o deficiente formación científica en materia evolutiva de nuestros estudiantes tenga un efecto añadido de importancia capital en la formación del profesorado de ambos niveles.

Conclusiones. Implicaciones para la formación del profesorado

En general hemos encontrado una escasa comprensión de los conceptos evolutivos en los diferentes grupos de estudiantes encuestados y planteamos la hipótesis de que se debe a una escasa formación en esos conceptos. Esta deficiencia aparece incluso en aquellos que podrían estar mejor formados, los estudiantes de ciencias biológicas. Diversos estudios muestran que el propio profesorado presenta deficiencias en su formación sobre el tema (Alters y Nelson, 2002, Passmore y Stewart, 2002; Rutledge y Mitchell, 2002).

En los años que venimos impartiendo el nuevo master de formación del profesorado de secundaria apreciamos que los estudiantes tienen importantes carencias. La población aquí estudiada de alumnos de ciencias biológicas son potenciales candidatos a cursar estos estudios y a ejercer la docencia en niveles de secundaria en un futuro próximo.

Moore (2002) y Chinsamy (2008) se plantean la misma cuestión: ¿Cómo puede argumentar un profesor de biología ante un alumno que se manifiesta reticente ante los fenómenos evolutivos? Blancke et al. (2011) realizan una interesante propuesta dirigida a los profesores europeos que tengan que afrontar los retos de la enseñanza ante cuestiones y críticas planteadas por los creacionistas. En el caso español ya hemos comentado que no parece que sea el creacionismo un grave problema, pero las propuestas realizadas son igualmente válidas, a saber: una mayor formación en las temáticas evolutivas, una reflexión sobre los propios conocimientos y una adecuada comprensión de la naturaleza del conocimiento científico.

En el caso de la formación inicial del profesorado de educación secundaria debemos recordar la problemática que ha supuesto la implantación del nuevo sistema de formación (master de secundaria) , con una sensación de oportunidad perdida para una adecuada formación didáctica (Barberá, 2010; González-García *et al.*, 2012). Junto con las carencias en la temática evolutiva la cuestión de la naturaleza del conocimiento científico es un problema que comparten este profesorado y el de educación primaria. La evolución biológica no se imparte en primaria pero si es tema de estudio la diversidad de seres vivos, la estructura de la Tierra, el Sistema Solar y el Universo, entre otros temas curriculares que tienen en la idea del cambio y la evolución una explicación básica. Se requiere un conocimiento básico de la teoría de la evolución y es necesario no entender el término teoría en su sentido cotidiano, el cual es muy diferente del que se desprende de la naturaleza actual del conocimiento científico. Este error también es común entre los licenciados y graduados en ciencias.

Son necesarios más estudios, ya hemos apuntado algunas posibilidades con anterioridad, que nos ayuden a comprender exhaustivamente las razones de la deficiente formación en un tema central de la biología. En particular los egresados de los nuevos grados de biología y los estudiantes que cursan el master de formación del profesorado deben ser objeto de nuestra

atención para indagar los cambios en la formación de los biólogos y de los enseñantes de biología en nuestro país. Particular interés presenta el caso del profesorado de secundaria pues, tal como indica Barberá (2010), el sistema de formación de este profesorado sigue apostando por los mismos errores del pasado.

Referencias bibliográficas

- Alters, B. J. y Alters, S. (2001). *Defending Evolution in the Classroom: A Guide to the Creation/Evolution Controversy*. Sudbury, MA: Jones and Bartlett Publishers.
- Alters, B. J. y Nelson, C. E. (2002). Perspective: Teaching Evolution in Higher Education. *Evolution*, 56 (10), 1891-1901.
- Antolin, M.F y Herbers, J. M. (2001). Perspective: Evolution's Struggle for Existence in America's Public Schools. *Evolution*, 55 (12), 2379-2388.
- Barberá, O. (2010). De nuevo la formación consecutiva y de nuevo el menosprecio a la formación simultánea. En: *El nuevo profesor de secundaria, la formación inicial docente en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior*, p.89-96. Editorial Graó. Barcelona.
- Barberá, O. y Zanón, B. (1999). Origen y evolución de la asignatura de biología en España. *Revista de estudios del curriculum*, 2 (2), 84-113.
- Bishop, B.A. y Anderson, C.W. (1990). Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching* 27(5), 415-27.
- Blackwell, W. H., Powell, M. J., y Dukes, G. H. (2003). The problem of student acceptance of evolution. *Journal of Biological Education*, 37(2), 58-67.
- Blancke, S. (2010). Creationism in the Netherland. *Zygon, Journal of Religion and Science*, 45 (4), 791-816.
- Blancke, S., Boudry, M., Braeckman, J., De Smedt, J., y De Cruz, H. (2011). Dealing with creationist challenges. What European biology teachers might expect in the classroom, *Journal of Biological Education*, 45:4, 176-182.
- Consejo de Europa (2007). The dangers of creationism in education. Resolución 1580. Recuperado de <http://assembly.coe.int/Main.asp?link=/Documents/Adopted-Text/ta07/ERES1580.htm>
- Chinsamy, A. (2008). Accepting evolution. *Evolution*, 62(1), 248-254.
- 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.
- González-García, F. (2009). Darwin es necesario en las aulas. *Pasaje a la Ciencia*, 12, 135-146.
- Gonzalez-Garcia, F., Carrillo, J., Jiménez, M.P., Sánchez, M.A., Vílchez, J.M., Álvarez, P. y Moreno, A.J. (2012). Reflexiones sobre tres cursos de experiencia en la formación del profesorado de secundaria en la especialidad de Biología-Geología en la Universidad de Granada. Comunicaciones en el *XVII Simposio sobre enseñanza de la Geología*, pp. 173-183. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva. Huelva.
- Good, R. (2003). Evolution and Creationism: One Long Argument. *The American Biology Teacher*, 65 (7), 512-516.

- Goodson, I.F. (1995). *Historia del curriculum. La construcción social de las disciplinas escolares*. Ediciones Pomares Corredor. Barcelona.
- Graebisch, A. y Schiermeier, Q. (2006). Anti-evolutionists raise their profile in Europe. *Nature* 444, (7118), 406–407.
- Gregory, T.R. (2009). Understanding natural selection: Essential concepts and common misconceptions. *Evolution: Education and Outreach* 2, (2), 156-175.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. y Fernández, J. (1989). ¿Han sido seleccionados o se han acostumbrado? *Infancia y aprendizaje*, 47, 67-81.
- Jiménez-Aleixandre, M.P. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 203-216.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. y Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 359-370.
- Kelemen, D. y Rosset, E. (2009). The Human Function Compunction: Teleological explanation in adults. *Cognition*, 111 (1), 138-143.
- Lyons, S. L. (2010). Evolution and Education: Lessons from Thomas Huxley. *Science & Education*, 19, 445-459.
- Mansour, N. (2010). Science Teachers' Interpretations of Islamic Culture Related to Science Education Versus the Islamic Epistemology and Ontology of Science. *Cultural Studies in Science Education* 5: 127–140.
- Miller, J. D., Scott, E. C., y Okamoto, S. (2006). Public acceptance of evolution. *Science*, 313, 755–766.
- Moore, R. (2002). Teaching Evolution: Do State Standards Matter? *BioScience*, 52 (4), 378-381.
- Moore, R. (2004). How Well Do Biology Teachers Understand the Legal Issues Associated with the Teaching of Evolution? *BioScience*, 54 (9), 860-865.
- Nehm, R. H. (2006). Faith-based Evolution Education? *BioScience*, 56 (8), 638-639.
- Nehm, R.H., Kim, S.Y. y Sheppard, K. (2009). Academic preparation in biology and advocacy for teaching evolution: Biology versus non-biology teachers. *Science Education* 93 (6), 1122–1146.
- Passmore, C., y Stewart, J. (2002). A Modeling Approach to Teaching Evolutionary Biology in High Schools. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (3), 185-204.
- Rankey, E. C. (2003). The use of critical thinking skills for teaching evolution in an introductory historical geology course. *Journal of Geoscience Education*, 51(3), 304 – 308.
- Rutledge, M. L., y Warden, M. A. (1999). The development and validation of the Measure of Acceptance of the Theory instrument. *School Science and Mathematics*, 99 (1), 13 – 18.
- Rutledge, M.L. y Mitchell, M.A. (2002) High school biology teachers' knowledge structure, acceptance and teaching of evolution. *American Biology Teacher*, 64 (1), 21-28.
- Scott, E. C., & Branch, G. (2003). Antievolutionism: Changes and Continuities. *BioScience*, 53 (3), 282-285.

- Tamayo, M. y González-García, F. (2010). La enseñanza de la evolución en Chile. Historia de un conflicto documentado en los textos de estudio de enseñanza media. *Investigações em Ensino de Ciências*, 15(2), 310-336.
- Taşkin, O (2013) Pre-service science teachers' acceptance of biological evolution in Turkey. *Journal of Biological Education*, 47:4, 200-207.
- Wagler, A. y Wagler, R. (2013). Addressing the lack of Measurement Invariance for the Measure of the Theory of Evolution. *International Journal of Science Education*, 35 (13), 2278-2298.
- Yasri, P. y Mancy, R. (2014) Understanding Student Approaches to Learning Evolution in the Context of their Perceptions of the Relationship between Science and Religion. *International Journal of Science Education*, 36 (1), 24-45.

Anexo 1

Cuestionario traducido y modificado a partir del original publicado por Blackwell *et al.* (2003).

El siguiente cuestionario pide tu opinión sobre algunas cuestiones de biología. El cuestionario es anónimo y tienes total libertad para responder de acuerdo a tu opinión personal.

PARTE A

Tras leer los enunciados, marca con una cruz (X) la opción que eliges.

1. Si permitiéramos a los conejos que se apareasen sin ningún control, la población de conejos alcanzaría tal tamaño que se convertiría en una plaga dañina.

- a) Estoy de acuerdo
- b) No estoy de acuerdo
- c) No puedo juzgar lo que ocurriría

2. Si los depredadores de los conejos (perros, gatos, zorros, etc.) estuvieran presentes, la población de conejos se reduciría significativamente.

- a) Estoy de acuerdo
- b) No estoy de acuerdo
- c) No puedo juzgar lo que ocurriría

3. En relación a los perros:

- a) Hay diferentes razas de perros
- b) Todos los perros son más o menos iguales
- c) No tengo criterios para opinar

4. Algunos perros pueden todavía cruzarse con y probablemente proceden del:

- a) Zorro
- b) Lobo
- c) Los perros solo pueden proceder de otros perros

5. Algunos perros están bien preparados para la caza, otros para carreras, otros para dar compañía, cada uno de ellos gracias a ciertas características bien desarrolladas.

- a) Estoy de acuerdo
- b) No estoy de acuerdo
- c) No tengo criterios para opinar

6. Las características de esos perros son heredables y fueron alteradas, seleccionadas y mantenidas por cruces.

- a) Estoy de acuerdo
- b) No estoy de acuerdo
- c) No tengo criterios para opinar

7. Antes de los programas de cruces actuales, retrocediendo cientos de miles de años atrás, es razonable creer que los perros se parecieran entre sí más que actualmente.

- a) Estoy de acuerdo
- b) No estoy de acuerdo
- c) No tengo criterios para opinar

8. Si tuviéramos varios perros macho en un cercado o corral, podría haber lucha entre ellos si la comida escaseara o para aparearse con las hembras que hubiera en el cercado.

- a) Estoy de acuerdo
- b) No estoy de acuerdo
- c) No tengo criterios para opinar

9. Sin intervención humana, algunos de los perros del cercado morirían y los perros más fuertes y ágiles sobrevivirían y se cruzarían con las hembras.

- a) Estoy de acuerdo
- b) No estoy de acuerdo
- c) No tengo criterios para opinar

10. En los humanos se observa que se mantienen enfermedades infecciosas porque el material genético de las bacterias puede cambiar y se desarrollan formas de resistencia a los tratamientos médicos.

- a) Estoy de acuerdo
- b) No estoy de acuerdo
- c) No tengo criterios para opinar

PARTE B.

En las anteriores cuestiones de la Parte A, se han utilizado diversos principios o conceptos biológicos. Intenta relacionar cada una de las cuestiones anteriores con los conceptos biológicos que se te citan a continuación.

Coloca sólo un número de cuestión (del 1 al 10) para cada concepto, sin importar si ya lo has utilizado previamente (puede que en alguna cuestión reconozcas más de un concepto biológico).

Conceptos biológicos (Número de cuestión)

Lucha por la existencia (), Variabilidad (), Crecimiento poblacional (), Depredación (), Adaptación (), Supervivencia de los más aptos (), Reproducción diferencial (), Selección natural (o artificial, si es realizada por el hombre) (), Cambio en las poblaciones (), Cambio a través de la descendencia ().

PARTE C.

Por último y tras leer los enunciados de las cuestiones, marca con una cruz (X) la opción que eliges, de acuerdo con tus ideas u opiniones personales.

1. Al relacionar las preguntas iniciales (Parte A) con los conceptos biológicos (Parte B):

- a) He visto claro la mayoría de las relaciones
- b) He visto claro algunas relaciones
- c) He visto claro unas pocas relaciones
- d) Hay relaciones pero no están muy claras
- e) No he visto las relaciones

2. Creo que los conceptos evolutivos tienen:

- a) Importancia para mi vida y para la sociedad
- b) Poca o ninguna importancia para mi vida y la sociedad
- c) Importancia para mi vida pero no para la sociedad
- d) Importancia para la sociedad pero no para mi vida
- e) Puede usarse para las películas, pero nada más

3. Creo que la importancia de la teoría de la evolución es porque:

- a) Es la explicación fundamental del desarrollo y cambio de la vida sobre la Tierra
- b) Es válida pero menos importante que otras explicaciones sobre el desarrollo y cambio de la vida sobre la Tierra

- c) Tiene una importancia escasa para explicar el desarrollo y los cambios de la vida
- d) No tiene importancia para explicar el desarrollo y los cambios de la vida
- e) No tengo una opinión clara sobre la importancia de la teoría de la evolución

4. Creo que la teoría de la evolución es:

- a) Compatible con mis creencias personales
- b) Muchas veces entra en conflicto con mis creencias personales
- c) En ocasiones entra en conflicto con mis creencias personales
- d) No lo tengo claro, pero me interesa saber más sobre el problema
- e) Nunca podré creer en la teoría de la evolución

5. Acepto la teoría de la evolución:

- a) En su totalidad
- b) En su mayor parte
- c) Sólo algunas veces
- d) Sólo un poco
- e) Nada en absoluto