

La enseñanza de la Evolución en Primaria. Opinión del profesorado y exploración de ideas inadecuadas en los niños

Teaching evolution in Primary Education. Teachers' perceptions and children's misconceptions

Marta Ceballos, José Eduardo Vilchez y Teresa Escobar

Centro de Estudios Universitarios Cardenal Spínola CEU
(adscrito a la Universidad de Sevilla)

Recibido: 27-diciembre-2016. Aceptado: 21-abril-2017.
Publicado en formato electrónico: 8-mayo-2017.

PALABRAS CLAVE: Teoría de la Evolución, Educación Primaria, Didáctica de la evolución, Ideas previas

KEY WORDS: Evolutionary theory, Primary Education, Didactics of evolution, misconceptions

RESUMEN

En la mayoría de los países la Teoría de la Evolución no se trata hasta la etapa de Educación Secundaria o equivalente. No obstante, existe una tendencia reciente a considerar su introducción en etapas educativas anteriores para evitar algunas de las dificultades tradicionalmente descritas para su enseñanza. En este trabajo hemos obtenido datos sobre la posible implantación de los contenidos evolutivos en la etapa de Primaria en el contexto español. Se han explorado las percepciones de los maestros y la existencia de ideas previas en los niños. Los docentes son bastante favorables a abordar los contenidos evolutivos, no perciben dificultades insalvables aunque sí perciben la necesidad de recursos didácticos y de tiempo en la programación. También reconocen que su formación sobre estos temas se basa en fuentes informales más que en su preparación básica como maestros. En el caso de los niños se constata la existencia de ideas inadecuadas, aunque sus respuestas están muy influenciadas por el nivel educativo. Un estudio más detallado de estos conocimientos previos y su progresión según la edad de los niños contribuirá a optimizar la forma de introducir los contenidos evolutivos en Primaria.

ABSTRACT

In most countries, the evolutionary theory is not taught before Secondary Education or an equivalent stage. However, there is a recent tendency to consider introducing it in previous stages in order to avoid some of the traditionally described difficulties regarding the teaching of this concept. In this work we have collected data about the hypothetical introduction of evolutionary concepts in Primary education in the Spanish context. We have explored Primary teachers' perceptions and children's previous ideas. The teachers are quite favourable to the idea of approaching evolutionary contents. They do not perceive insurmountable difficulties, but acknowledge their need for both didactic resources and time in their class schedules. They also admit that their own knowledge of this ground is based on informal sources rather than on their own teacher training. As for the children, we find some misconceptions. However, their answers are widely influenced by their school grade. A more detailed study of students' previous knowledge and its development as they grow up will help to optimize the way to introduce evolutionary contents in Primary Education.

I. INTRODUCCIÓN

El fenómeno evolutivo se considera actualmente un elemento clave y unificador en Biología. Su estudio implica también conexiones con otros ámbitos del conocimiento. No obstante, el modelo teórico que lo sustenta, la Teoría de

la Evolución, aunque claramente aceptado por la comunidad científica, suscita reticencias en sectores de la población, sobre todo en algunos países (MILLER, *et al.*, 2006)¹. La explicación de esta situación no es simple ya que depende de múltiples factores relacionados entre sí (socio-culturales, creencias, tratamiento simplista en medios de comunicación, dificultades cognitivas y un enfoque educativo inadecuado).

Aunque la relación existente entre la comprensión de la evolución y su aceptación es compleja (GREGORY, 2009; NADELSON & SINATRA, 2009), en general se considera que la educación formal es un motor imprescindible tanto para la enseñanza del concepto a estudiantes de biología como para mejorar la alfabetización científica de la población.

La investigación sobre la enseñanza de la evolución y conceptos relacionados como la selección natural o el origen de las especies, ha generado una importante producción científica en las últimas décadas, como puede comprobarse en revisiones recientes (por ejemplo las de GLAZE y GOLDSTON, 2015 y SMITH, 2010a, 2010b). En general, se detecta que las ideas inadecuadas sobre los conceptos evolutivos están bastante extendidas no sólo en la población general sino también en estudiantes de diversas etapas educativas (incluyendo la universitaria) e incluso profesorado. Estas concepciones incorrectas suelen ser resistentes y persistir después de programas formativos (ATHANASIOU & MAVRIKAKI, 2014; BRUMBY, 1984; FERRARI & CHI, 1998; GALLEGO & MUÑOZ, 2015; GREGORY, 2009; HERMANN, 2011; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 1994; MOORE *et al.*, 2002; NEHM & REILLY, 2007; SHTULMAN, 2006; SINATRA *et al.*, 2003).

Se ha identificado una serie de dificultades o barreras conceptuales responsables de esta situación, frecuentemente relacionadas entre sí, y que suelen generar ideas previas inadecuadas o concepciones alternativas. En este sentido resulta interesante el enfoque de “obstáculos epistemológicos” aportado por GONZÁLEZ GALLI (2011). Algunas de estas barreras generan explicaciones contrarias a la misma idea de evolución, como por ejemplo las *creacionistas* (las especies han sido creadas con su configuración actual). Estas ideas, aunque extendidas en ciertos sectores de población en algunos países, debido a creencias culturales o religiosas, también se han detectado como explicaciones naturales en niños de Infantil o Primaria antes de su primer contacto con contenidos relacionados con la evolución (BERTI, TONEATTI & ROSATI, 2010; EVANS, 2000, 2001; HERMANN, 2011; SAMARAPUNGAVAN & WIERS, 1997). Otras de estas dificultades surgen incluso admitiendo el fenómeno evolutivo. Tenemos así explicaciones de tipo *finalista* o *teleológico*, consistentes en pensar que los cambios biológicos ocurren con un determinado objetivo o propósito (ABRAMS, SOUTHERLAND & CUMMINS, 2001; EVANS, 2008; EVANS *et al.*, 2010; GONZÁLEZ GALLI & MEINARDI, 2009; KELEMEN & ROSSET, 2009). Así, por ejemplo, la evolución persigue el objetivo de la perfección, de forma que las especies más recientes superan a las anteriores. Las partes del cuerpo de los seres vivos aparecen o desaparecen con un determinado propósito, según su uso o algún mecanismo adaptativo. Otro tipo de barrera conceptual es el *esencialismo* que consiste en considerar que las especies poseen una naturaleza común permanente en todos sus miembros (EVANS, 2008; SAMARAPUNGAVAN & WIERS, 1997; SINATRA, BREM & EVANS, 2008). Los errores de este tipo llevan a pensar que los cambios evolutivos ocurren en toda una especie y no en individuos concretos.

Finalmente existe consenso en considerar a las ideas de tipo lamarckista como las más extendidas al estudiar evolución, incluso en niveles avanzados y en profesorado (AYUSO & BANET, 2002; BERTI, TONEATTI & ROSATI, 2010; EVANS, 2008; GENÉ, 1991; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 1991; SHTULMAN, 2006). Según ellas los cambios evolutivos dependen de la herencia de los caracteres adquiridos por demandas adaptativas, según la hipótesis de Lamarck para el origen de las especies. Los organismos desarrollarían pequeños cambios a lo largo de su vida para mejorar su adaptación al ambiente que posteriormente transmitirían a sus descendientes².

1. En España un 25% de la población admite tener dudas o rechazar la Teoría de la Evolución. En algunos países como USA este porcentaje asciende a cerca del 60%.

2. Recientemente los estudios sobre epigenética sugieren que factores ambientales pueden inhibir o activar la expresión de ciertos genes provocando cambios que, aunque de forma limitada, pueden heredarse a las siguientes generaciones. En cierto sentido supone una reactivación de las ideas de Lamarck. No obstante, dado que el canal principal de los cambios evolutivos sigue siendo la herencia genética en combinación con la selección natural, pensamos que para la etapa de Primaria resulta adecuado seguir considerando

Con frecuencia se menciona que estas barreras conceptuales prosperan y son difíciles de erradicar porque son intuitivas y acordes con nuestro sentido común y realidad cotidiana. En cualquier caso, la mayoría de estas ideas erróneas proceden de la deficiente comprensión de ciertas bases clave para entender la evolución como son la consideración de la variabilidad intraespecífica (BERNEDO Y TIZÓN, 2011; SAMARAPUNGAVAN & WIERS, 1997), la genética como responsable de la herencia de caracteres (AYUSO & BANET, 2002) o los conceptos de especie y población en relación a la selección natural (JIMÉNEZ-TEJADA, 2009).

En la mayoría de los países la evolución no aparece en el currículo escolar hasta las etapas de Secundaria y Bachillerato o similar. En estas etapas los estudiantes ya dispondrían de conocimientos biológicos mínimos para comprender los mecanismos evolutivos. No obstante, en los últimos años ha crecido una corriente, apoyada por diversas investigaciones, que llaman la atención sobre la conveniencia de abordar o explorar los contenidos evolutivos en etapas previas como Primaria e incluso Infantil (ASGHAR, WILES & ALTERS, 2007; BERTI, TONEATTI & ROSATI, 2010; BERTI, BARBETTA & TONEATTI, 2015; CAMPOS & SÁ-PINTO, 2013; CAÑAL, 2009; CHANET & LUSIGNAN, 2009; ELDREDGE & ELDREDGE, 2009; EVANS, 2000, 2001, 2008; FAIL, 2008; HERMANN, 2011; NADELSON *et al.*, 2009; PRINO, HALKIA & SKORDOULIS, 2011; SAMARAPUNGAVAN & WIERS, 1997; WAGLER, 2012). Dicha corriente se basa en la argumentación de que en estas etapas los niños son capaces de desarrollar ideas intuitivas ingenuas sobre conceptos biológicos influenciadas por el contexto, (KELEMEN, 1999). De hecho existe una importante exposición mediática (noticias, series de animación en TV, cine o videojuegos) sobre contenidos paleontológicos (dinosaurios, fósiles...) que tienen que ver con la evolución. Esto contribuiría, junto con otros aspectos (CARRASCOSA, 2005), al desarrollo y arraigo de los errores conceptuales anteriormente mencionados y explicaría la persistencia de los mismos, incluso después de procesos formativos. Se justificaría así el desarrollo de intervenciones didácticas en Primaria e Infantil para prevenir la consolidación de estas preconcepciones erróneas que a partir de Secundaria ya resultan difíciles de erradicar.

La mayoría de los autores de esta corriente considera que los conceptos evolutivos son abordables en Educación Primaria y que las dudas o prevenciones que había en los últimos 30-40 años relacionadas con la incapacidad de los niños de estas edades para el pensamiento abstracto requerido parecen ser infundadas (NADELSON *et al.*, 2009; WAGLER, 2012). De hecho existen ejemplos de enfoques didácticos publicados recientemente para conceptos evolutivos clave en Primaria e Infantil (CAMPOS & SÁ-PINTO, 2013; CAÑAL, 2009; KELEMEN *et al.*, 2014; KOVER & HOGGE, 2015; NADELSON *et al.*, 2009). Incluso se piensa que en un contexto como el de Estados Unidos, el abordaje de la evolución en Primaria podría ayudar a romper el círculo de creencias y desconocimiento que hace que se perpetúen las ideas creacionistas en algunos sectores de la población (HERMANN, 2011).

No obstante, también se han detectado algunas dificultades como la posible resistencia de los maestros que, entre otros aspectos, se refieren a su falta de formación en estos temas (ASGHAR, WILES & ALTERS, 2007). Por otro lado, incluso en países donde sí se afirma trabajar los contenidos evolutivos en primeros cursos de Primaria, el tratamiento se suele limitar a incidir en los fenómenos de adaptación de las especies y tanto en materiales didácticos como en las opiniones de los profesores se detecta la influencia de ideas de tipo lamarckista y finalista (BERTI, TONEATTI & ROSATI, 2010; PRINO *et al.*, 2011). Aunque los maestros aceptan la evolución no necesariamente comprenden su mecanismo (EVANS *et al.*, 2010; PRINO *et al.*, 2011).

En este sentido, es interesante el trabajo de Berti *et al.* (2010) que compara las concepciones de niños de 8 y 9 años en tres países con contextos distintos: en USA, con coexistencia en la población de opiniones evolutivas y creacionistas (EVANS, 2000, 2001, 2008), en Holanda, donde la influencia creacionista es casi nula (SAMARAPUNGAVAN & WIERS, 1997) y en Italia, que a diferencia de los dos anteriores sí incluye instrucción específica sobre evolución en niños de tercer grado. Los resultados, diferentes en los tres estudios, muestran cómo la enseñanza de la evolución hace que los niños integren en sus argumentaciones explicaciones evolucionistas junto a las creacionistas, pero sobre todo confirman la importan-

el lamarckismo, especialmente la herencia de caracteres adquiridos por los individuos, como una idea inadecuada para la comprensión de la evolución. Las matizaciones debidas a la epigenética pueden tratarse en etapas superiores como bachillerato o universidad.

cia combinada del contexto educativo y de la formación para prevenir futuras ideas erróneas.

Resulta por tanto interesante continuar con este tipo de investigaciones para calibrar adecuadamente la conveniencia y el alcance del desarrollo de programas instructivos sobre evolución en etapas previas a Secundaria.

En el contexto español, al igual que ocurre en la mayoría de los países, el estudio de la evolución forma parte del currículo oficial de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, tal como reflejan las últimas leyes educativas³. Asimismo, se han detectado muchos de los problemas ya mencionados, relacionados con la existencia de ideas inadecuadas y las dificultades para su erradicación (AYUSO & BANET, 2002; BERNEDO Y TIZÓN, 2011; GALLEGO & MUÑOZ, 2015; GENÉ, 1991; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 1991). Por tanto, también resulta importante investigar la posibilidad de adelantar su introducción a Educación Primaria. De hecho en el currículo español de Primaria existen bastantes elementos que tienen relación o permitirían una aproximación a las ideas clave de la evolución.

En este trabajo presentamos una investigación consistente en explorar las percepciones de los maestros de Primaria sobre la posibilidad de desarrollar contenidos evolutivos en esta etapa y las dificultades para llevarlo a cabo. También se incluye una exploración sobre la presencia de algunas de las preconcepciones conocidas en relación a ciertos contenidos evolutivos y paleontológicos en niños españoles de esta etapa.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se ha desarrollado en centros escolares de Sevilla y su provincia, involucrando a 92 docentes (29% maestros y 71% maestras; edad media 41,3 años) y 218 estudiantes de Primaria (50% niños y 50% niñas), pertenecientes estos a colegios cuya titularidad era en un 70,6% pública, en un 25,2% concertada⁴ y en un 4,1% privada.

Para la toma de datos se ha utilizado el método de encuesta, empleando como instrumentos un cuestionario dirigido a los maestros (M) (ver Anexo 1) y otro a los niños (N) (ver Anexo 2). En el caso de los maestros, después de una serie de preguntas iniciales sobre el centro, el curso y datos personales (sexo, edad, años de experiencia), se utilizaron fundamentalmente ítems con afirmaciones sobre diversos aspectos relacionados con el tratamiento de la evolución en Educación Primaria que permitían respuestas según una escala tipo Likert de 5 valores (desde 1: nada de acuerdo a 5, muy de acuerdo).

Así, en los ítems M1 a M7 se presentan afirmaciones sobre distintos aspectos relacionados con la posibilidad de tratar la evolución en Educación Primaria (de forma directa o indirecta, excluyendo o incluyendo la humana, a través de los museos, etc.). Los ítems M8 a M13 se ocupan de las dificultades para abordar los contenidos evolutivos en la etapa de Primaria. En los ítems M14 a M20 se valoran las fuentes de ideas previas que influyen en los niños, así como los temas concretos que suscitan más interés en clase. Finalmente, en los ítems M21 y M22, mediante presentación de opciones múltiples no excluyentes entre sí, se pide al maestro que opine sobre en qué etapa educativa considera óptimo abordar la evolución y sobre la forma en que ha adquirido su propia formación en estos contenidos.

Se ha analizado la fiabilidad de este cuestionario calculando el coeficiente alfa de Cronbach en los ítems de escala Likert. Para ello se han recodificado algunos ítems, invirtiendo las respuestas en el caso de que estuvieran expresadas en sentido contrario al resto, como por ejemplo en los que se ocupan de las dificultades. El valor obtenido para el estadístico alfa de Cronbach ha sido de 0,709, lo que indica una buena consistencia del instrumento.

El cuestionario dirigido a los niños (N), es más simple y presenta una serie de afirmaciones sobre conceptos paleontológicos básicos o ideas previas conoci-

3. En el caso de la LOE (Ley orgánica de Educación), ver Órdenes ECI/2220/2007 y ESD/1729/2008. En el caso de la LOMCE (Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa), ver Real Decreto 1105/2014.

4. En España, los centros escolares concertados, son de naturaleza y gestión privadas, pero subvencionados por la administración pública central o regional. Aunque poseen autonomía deben adaptarse a ciertos aspectos organizativos como calendarios, horarios o ratio de estudiantes por aula, similares a los de los centros de titularidad pública.

das en relación a conceptos evolutivos, para indicar si las consideran verdaderas o falsas (ver Anexo 2).

La toma de datos se llevó a cabo aprovechando el contacto con los colegios durante las prácticas docentes o semanas de observación, que estudiantes de Grado de Educación Primaria del Centro Cardenal Spínola CEU (adscrito a la Universidad de Sevilla), al que pertenecen los investigadores, realizaron en distintos momentos durante el periodo marzo 2015 a enero 2016.

Se ha analizado la influencia del sexo, el tipo de centro, la edad de los maestros y el nivel educativo de los niños. Para las pruebas estadísticas correspondientes a este estudio se ha utilizado el software IBM SPSS Statistics 23.

3. RESULTADOS

3.1. Encuesta a los maestros (M)

Para presentar los resultados se han agrupado los porcentajes de respuestas correspondientes a las opciones “de acuerdo” o “muy de acuerdo” (4 y 5 respectivamente), para cada ítem.

En la Figura 1 aparecen los datos correspondientes a los ítems M1 a M7 que se ocupan de la posibilidad de implementar los contenidos evolutivos en Primaria.

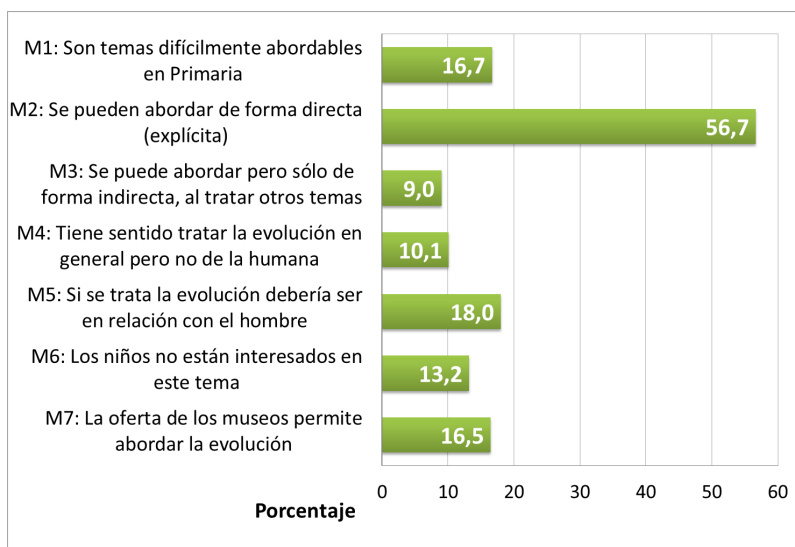


Figura 1. Porcentajes de respuestas “de acuerdo” o “muy de acuerdo” en los ítems M1 a M7 sobre la posibilidad para la enseñanza de la evolución en Primaria

Como puede observarse, los maestros son claramente partidarios de abordar la evolución de forma explícita (M2, 56,7% de acuerdo o muy de acuerdo), siendo esta opción la mejor considerada de este bloque con bastante diferencia. Otras opciones presentadas resultan claramente menos valoradas: abordar la evolución de forma indirecta (M3, 9%), no tratar la humana (M4, 10,1%), tratar sólo la evolución humana (M5, 18%), hacerlo a través de los museos (M7, 16,5%) o considerar que es una temática difícil para Primaria (M1, 16,7%). Finalmente, muy pocos maestros (13,2%) consideran que los niños no están interesados en estos temas (M6).

En la Figura 2 se resumen los resultados correspondientes a los ítems M8 a M13, que se ocupan de las dificultades para tratar los contenidos de evolución en Primaria.

Las dificultades más valoradas podríamos decir que son de tipo técnico, relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje, como falta de tiempo en la programación (M13, 34,1%) o de recursos didácticos adecuados (M12, 29,2%).

Otras dificultades, quizás de mayor calado, que aluden a la falta de madurez en los niños, la falta de formación de los maestros o la incomodidad del tema por posible conflicto ideológico son bastante menos consideradas (16,7% a 10,1%).

En los ítems M14 a M19 se pregunta al maestro sobre las fuentes de conocimientos previos que suelen tener sus alumnos sobre estos temas. Tal como se observa en la Figura 3, la opción “dibujos animados y series de TV” (M16) es la mayoritaria (52,8%). Otras opciones como “videojuegos” (M18), “documentales” (M15) y la “visita a museos con sus padres” (M14) también son reconocidas. En general se detecta un predominio de las opciones audiovisuales sobre los libros (M17). En cualquier caso, se confirma la existencia de ideas previas ya que la opción sobre no detección de conocimientos previos (M19) resulta claramente minoritaria.

En lo que respecta a los temas que los maestros detectan como los que

suscitan más interés entre los niños (ítem M20) destacan, tal como cabría esperar, “los dinosaurios” (82,2%), seguido de “los hombres prehistóricos” (61,4%), con bastante diferencia sobre “las grandes extinciones” o “la pérdida de especies” (33,7% y 28,6%).

En cuanto a la etapa educativa que los maestros consideran adecuada para tratar la evolución o los temas relacionados con la historia de la vida (ítem M21), predomina Secundaria (65,2%) coincidiendo con la tendencia real de implantación en los currículos de la mayoría de los países. Destaca no obstante la alta consideración otorgada a Primaria (60,9%), lo que resulta coherente con lo encontrado en el ítem M2 (Figura 1) sobre que los docentes de nuestra muestra son partidarios de desarrollar explícitamente la evolución en esta etapa. Los resultados de las etapas educativas posteriores son claramente inferiores: Bachillerato 20,6% y Educación Superior 12,0%.

Finalmente, en el ítem M22 se les pregunta a los maestros y maestras por sus propias fuentes de conocimiento y actualización en estos temas. Los resultados, resumidos en la Figura 4, indican un predominio de las fuentes no formales como “documentales” (75%), “cultura general” (71,7%) y una alta consideración también de “internet”. Si nos fijamos en las fuentes relacionadas con la educación formal destaca la formación durante Bachillerato o etapas educativas anteriores (63%) por encima de la educación universitaria, incluida la formación inicial como maestro. Sin embargo, esa deficiencia en su formación inicial no es percibida como una gran dificultad para poder desarrollar como docentes los contenidos evolutivos en la etapa de Primaria (Figura 2).

Se ha explorado la posible influencia que sobre estos resultados tienen el sexo y la edad de los docentes, así como el tipo de centro en que desarrollan su profesión. Para ello se han empleado pruebas no paramétricas al tratarse los ítems M1 a M22 de variables dependientes ordinales o dicotómicas: U de Mann Whitney (para el sexo), H de Kruskal-Wallis (para el tipo de centro), rho de Spearman (en las correlaciones con la edad de los maestros) y chi cuadrado (en el caso de las variables dicotómicas).

En el caso del sexo, sólo se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en el caso de dos cuestiones relacionadas con las dificultades para tratar la evolución en Primaria. Así, se detecta una mayor consideración como

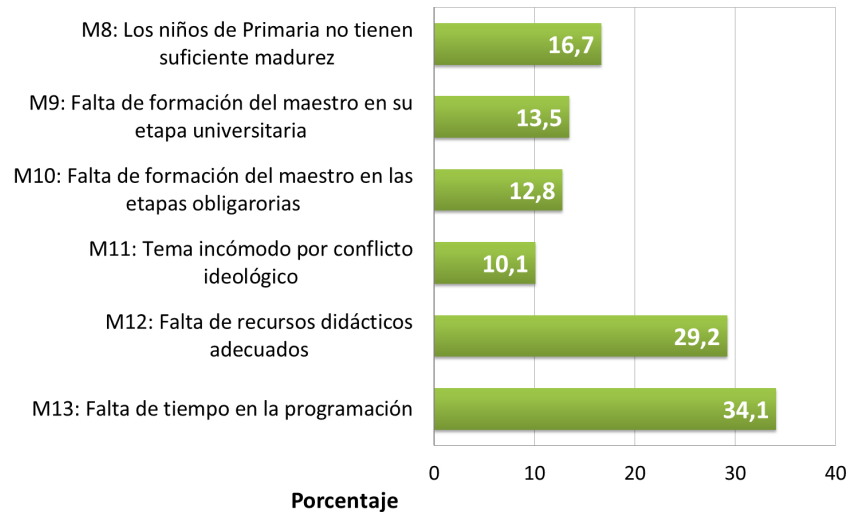


Figura 2. Porcentajes de respuestas “de acuerdo” o “muy de acuerdo” en los ítems M8 a M13 sobre las dificultades para la enseñanza de la evolución en Primaria

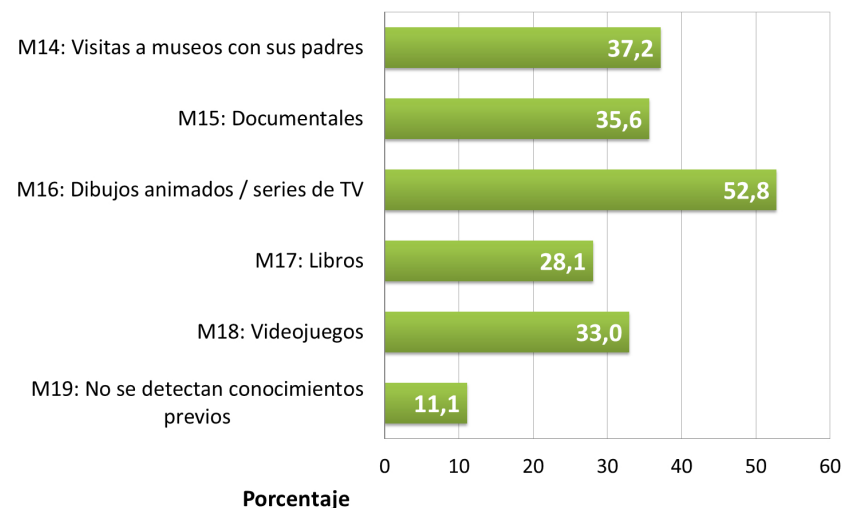


Figura 3. Porcentajes de respuestas “de acuerdo” o “muy de acuerdo” en los ítems M14 a M19 sobre las fuentes de conocimiento habituales de los alumnos

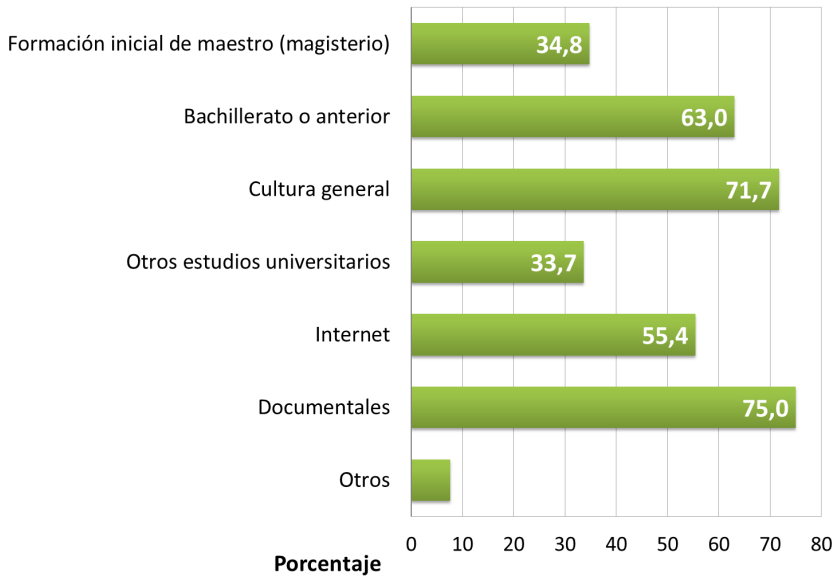


Figura 4. Porcentajes de respuestas en las opciones (no excluyentes) del ítem M22 sobre las fuentes de conocimiento habituales de los maestros

tales y otros medios” (rho = -0,262, p = 0,034). En los tres casos se trata de correlaciones negativas. Los maestros y maestras más jóvenes admiten, en mayor grado que los de más edad, que su formación en los temas evolutivos depende de su cultura general, internet, documentales y otros medios.

Por último, no se ha detectado ninguna influencia significativa del tipo de centro educativo (público, concertado o privado) en las respuestas al cuestionario (p > 0,05 en todas las pruebas realizadas).

3.2. Encuesta a los niños (N)

Como ya se ha comentado, el estudio sobre las percepciones del profesorado se ha complementado con una encuesta a los niños sobre ideas previas. En la redacción de las preguntas se ha procurado utilizar un lenguaje accesible a los niños y alejado de tecnicismos.

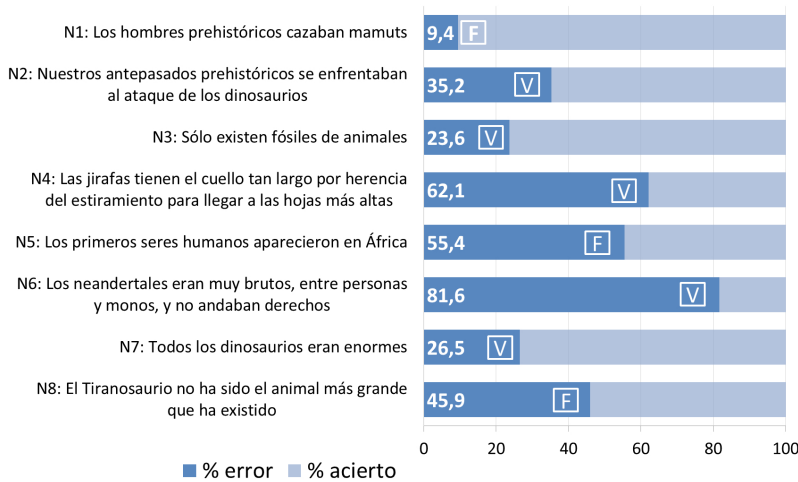


Figura 5. Porcentajes de respuestas erróneas en la encuesta a los niños de Primaria (N1 a N8)

dificultad para la enseñanza de la evolución en Primaria por parte de los hombres respecto a las mujeres en el caso de los ítems M10 (“falta de formación del maestro en etapas obligatorias”; U = 414,500; p = 0,039) y M11 (“tema incómodo por posible conflicto ideológico”; U = 390,000; p = 0,005). No existen diferencias significativas entre hombres y mujeres en el resto de los ítems que forman parte del cuestionario.

En relación a la variable edad de los profesores, tampoco se ha encontrado influencia significativa excepto en alguna de las opciones del ítem M22 sobre la formación de los maestros en estos temas. En concreto en las siguientes opciones: “cultura general” (rho = -0,258, p = 0,037), “internet” (rho = -0,274, p = 0,026) y “documentales y otros medios” (rho = -0,262, p = 0,034).

En la Figura 5 se presenta para cada ítem (N1 a N8) el porcentaje de respuestas erróneas.

Efectivamente, puede comprobarse la existencia de ideas previas inadecuadas ya descritas. Por ejemplo, superan un 50% de respuestas erróneas la creencia sobre apariencia y comportamiento simiesco de los neandertales (N6: 81,6%), la constatación de ideas de carácter lamarckista sobre la herencia de los caracteres adquiridos, concretadas en el típico caso del cuello de las jirafas (N4: 62,1%) o el desconocimiento sobre el origen africano de la especie humana (N5: 55,4%), si bien en este último caso nos ha causado cierta sorpresa el amplio porcentaje de respuestas erróneas. No obstante, también

hay que reconocer que los niños y niñas de Primaria no cometen demasiados errores en la ubicación cronológica de los humanos respecto a otras especies como dinosaurios o mamuts (N1 y N2), en las características de los fósiles (N3) o sobre el tamaño de los dinosaurios (N7 y N8).

Nos ha interesado además estudiar la posible influencia en estas respuestas del sexo de los estudiantes (niños o niñas), su nivel educativo y el tipo de centro al que pertenecen. Dado que las variables dependientes (ítems del cuestionario) son dicotómicas (acierto, error), se ha optado por realizar una regresión logística binaria. Se han empleado, por tanto, como variables independientes el sexo (masculino, femenino), el nivel educativo (ciclo 1: cursos primero y segundo, 6-7 años; ciclo 2: tercero y cuarto, 8-9 años; ciclo 3: quinto y sexto, 10-11 años), y el tipo de centro (público o privado-concertado). Como variables dependientes se han empleado las respuestas (acierto o error) en las cuestiones planteadas (N1 a N8). Al usar el método estadístico de regresión logística binaria, se evita la posible influencia enmascarada de unas variables independientes sobre otras, que podría darse si se analizara cada una de ellas por separado. Los resultados del análisis muestran que no existe influencia del sexo de los estudiantes ni del tipo de centro. Es decir no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre niños y niñas ni en las respuestas procedentes de colegios públicos o privados ($p > 0,05$ en todos los casos). En cambio sí se ha detectado influencia del nivel educativo, tal como cabría esperar, aunque existen claras diferencias entre los distintos ítems.

En la Tabla I se presentan, para cada ítem, los porcentajes de acierto y error, la significación estadística de las diferencias (p), así como las "odds ratio" y su intervalo de confianza. Por razones de espacio se han incluido sólo los datos correspondientes a la variable "nivel educativo", que como se ha comentado, es la única que ha presentado resultados significativos. En la mayoría de los ítems los resultados mejoran al aumentar el nivel educativo, encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el caso de los ítems N2, N3 (al comparar los estudiantes de tercer ciclo frente a los de primer ciclo), N7 (segundo y tercer ciclo frente a primero) y N8 (segundo ciclo frente a primero). El valor de las "odds ratio" muy superior a 1 confirma la tendencia y la significatividad de estas diferencias. Estos ítems se ocupan de las características de los fósiles (N3), la ubicación cronológica de los dinosaurios (N2) y su tamaño (N7 y N8) y pueden considerarse de dificultad intermedia (23,6% a 45,9% según la Figura 5).

Respecto a los ítems en los que no se ha detectado influencia por parte del nivel educativo, pueden dividirse en los que presentan muy poca dificultad a los niños (incluso a los de primer ciclo) como en el caso del ítem N1, y los que presentan alta dificultad en todos los niveles, como en el caso de N4 y N5, que corresponden además con ideas previas descritas como persistentes en el nivel de Primaria.

Los resultados del ítem N6 merecen una atención especial. La intención de este ítem era comprobar en qué momento arraiga la idea sobre apariencia simiesca y poco evolucionada de los neandertales. La tendencia encontrada es justo la contraria a los otros casos ya que los mayores porcentajes de error corresponden a niños de mayor edad. Estas diferencias resultan bastante significativas, como indican en la Tabla I los p -valores (0,001 y 0,000) y las "odds ratio" (OR bastante inferiores a 1). Puede afirmarse, por tanto, que los estudiantes de segundo y tercer ciclo aciertan significativamente menos que los de primer ciclo en el ítem N6. Una interpretación de este resultado puede ser que el término neandertal es desconocido para los niños más pequeños, por lo que aquellos que contestan la pregunta lo hacen con menos conocimiento de causa, mientras los niños mayores (9-12 años) sí conocen el término, aunque identificándolo con el estereotipo de hombre primitivo torpe y poco evolucionado.

4. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Existe una tendencia reciente a considerar conveniente introducir la evolución como contenido en etapas educativas previas a la Educación Secundaria. De esta forma se conseguiría evitar algunas de las dificultades tradicionalmente descritas para la enseñanza de este importante tema no solo en el ámbito académico, sino para la alfabetización científica general de la población. Un factor decisivo para esta posible incorporación es el papel que juegue el profesorado

Tabla I. Resultados de la regresión logística binaria en relación a la influencia del nivel educativo en las respuestas de los niños y niñas de Primaria

Ítem	Nivel (ciclo)	% error	% acierto	p	OR (IC 95%)
N1	1° *R	11,5	88,5	0,219	2,69 (0,56-13,00)
	2°	8,1	91,9		
	3°	8,9	91,1		
N2	1° *R	51,0	49,0	0,310	1,66 (0,62-4,93)
	2°	37,1	62,9		
	3°	28,2	71,8		
N3	1° *R	40,9	59,1	0,892	2,49 (0,86-7,18)
	2°	23,7	76,3		
	3°	17,5	82,5		
N4	1° *R	61,7	38,3	0,756	0,86 (0,32-2,29)
	2°	60,5	39,5		
	3°	62,7	37,3		
N5	1° *R	57,1	42,9	0,766	1,17 (0,42-3,26)
	2°	52,9	47,1		
	3°	55,6	44,4		
N6	1° *R	58,7	41,3	0,010	0,21 (0,06-0,69)
	2°	84,4	15,6		
	3°	89,4	10,6		
N7	1° *R	46,9	53,1	0,005	5,05 (1,63-15,61)
	2°	15,8	84,2		
	3°	21,9	78,1		
N8	1° *R	57,8	42,2	0,038	2,86 (1,06-7,71)
	2°	34,2	65,8		
	3°	45,2	54,8		

Nivel educativo = Ciclo 1 (cursos 1° y 2°), Ciclo 2 (cursos 3° y 4°), Ciclo 3 (cursos 5° y 6°), *R = categoría de referencia, OR = Odds Ratio, IC 95% = Intervalos de Confianza al 95% de las Odds Ratio

de estas etapas educativas ante este reto. En este artículo hemos explorado las percepciones de una muestra de maestros y maestras de Primaria en el contexto español.

Los resultados indican que los profesores son bastante favorables a poder abordar los contenidos evolutivos en Educación Primaria de forma explícita, sin mayores restricciones. Reconocen detectar el interés de los niños y niñas sobre estos temas influenciados por su presencia de uno u otro modo en diversos medios de comunicación. No consideran como importantes dificultades la falta de madurez de los niños de Primaria ni la existencia de conflicto ideológico o religioso. Se trata de dificultades que, como hemos visto, se han constatado como esenciales en otros países, por lo que su escasa consideración por parte de los maestros de la muestra podría responder a una percepción algo ingenua o a diferencias reales de contexto. De hecho, entre las dificultades más reconocidas están las que afectan más directamente al desarrollo de su profesión, como la falta de recursos didácticos adecuados o de tiempo para incluir la temática evolutiva en la programación. Asimismo, reconocen que sus fuentes de conocimiento habituales sobre estos temas son de tipo no formal, como documentales o cultura general, muy por delante de su propia formación universitaria como maestros. Estos resultados, además, se ven poco influenciados por el sexo o la edad de los maestros, así como por el tipo de colegio al que pertenecen. En definitiva, no hemos detectado resistencia del colectivo de docentes a abordar la evolución en estos niveles, a diferencia de lo que aparece en algunas investigaciones internacionales (ASGHAR, WILES & ALTERS, 2007). Sí apreciamos en cambio cierta preocupación por su propia formación y por la disponibilidad de los recursos y tiempo necesarios.

En cuanto al pequeño cuestionario pasado a los alumnos de Primaria, nos ha permitido constatar la existencia de ideas previas inadecuadas ya conocidas, como la herencia de caracteres de tipo lamarckista o el estereotipo sobre los

neandertales, entre otros. No obstante, el aspecto más interesante es el diferente comportamiento de los distintos ítems respecto al nivel educativo. Se ha encontrado una casuística diversa. En algunos de los ítems del cuestionario no se aprecian diferencias, existiendo un alto nivel de acierto o de error. En otros en cambio, sí se detectan diferencias significativas según la edad de los alumnos. Esto nos lleva a pensar que la respuesta al interrogante sobre el tratamiento de la evolución en Primaria, lejos de ser absoluta, depende tanto del aspecto concreto que se esté abordando como del nivel educativo. Desde primero o segundo podría enfatizarse en las diferencias entre las especies y sus cambios a lo largo de la historia de la vida, para llegar, en quinto o sexto, a plantear hipótesis sobre la naturaleza de esos cambios procurando aclarar o anticiparse a las ideas inadecuadas más habituales. Existen evidencias sobre las modificaciones en las preconcepciones de los alumnos sobre estos temas en ese rango de edad (BERTI *et al.*, 2010). La investigación educativa tiene una importante tarea por hacer para descubrir cuáles serían las decisiones más acertadas en relación a qué aspectos del fenómeno evolutivo sería conveniente abordar, así como cuándo hacerlo y qué recursos emplear.

BIBLIOGRAFÍA

- ABRAMS, E., SOUTHERLAND, S. & CUMMINS, C. 2001. The how's and why's of biological change: how learners neglect physical mechanisms in their search for meaning. *International Journal of Science Education*, **12**: 1271-1281.
- ASGHAR, A., WILES, J.R. & ALTERS, B. 2007. Canadian pre-service elementary teachers' conceptions of biological evolution and evolution education. *McGill Journal of Education*, **42** (2): 189-209.
- ATHANASIOU, K. & MAVRIKAKI, E. 2014. Conceptual Inventory of Natural Selection as a tool for measuring Greek University Students' evolution knowledge: Differences between novice and advanced students. *International Journal of Science Education*, **36** (8): 1265-1285.
- AYUSO, E.G. & BANET, E. 2002. Pienso más como Lamarck que como Darwin: comprender la herencia biológica para entender la evolución. *Alambique*, **32**: 39-47.
- BERNEDO, V.C. & TIZÓN, M^a. C. 2011. Concepciones alternativas sobre Evolución en 1º de ESO. *Boletín Enciga*, **73**. <http://www.enciga.org/files/boletins/73/IN_Bernedo_Chao_Vanessa_CC_Concepciones_alternativas_sobre_evolucion.pdf> [Consulta: 21-04-2017].
- BERTI, A.E., BARBETTA, V. & TONEATTI, L. 2015. Third-graders' conceptions about the origin of species before and after instruction: an exploratory study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, Advance online publish, doi: 10.1007/s10763-015-9679-5.
- BERTI, A.E., TONEATTI, L. & VERONICA, R. 2010. Children's conceptions about the origin of species: A study of Italian children's conceptions with and without instruction. *Journal of the Learning Sciences*, **19** (4): 506-538.
- BRUMBY, M.N. (1984). Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. *Science Education*, **68**: 493-503.
- CAMPOS, R. & SÁ-PINTO, A. 2013. Early evolution of evolutionary thinking: teaching biological evolution in elementary schools. *Evolution: Education and Outreach*, **6**: 25.
- CAÑAL, P. 2009. Acerca de la enseñanza sobre la evolución biológica en la escuela infantil y primaria. *Alambique*, **62**: 75-91.
- CARRASCOSA, J. 2005. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que lo originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **2**: 183-208. <<http://www.redalyc.org/pdf/920/92020206.pdf>> [Consulta: 21-04-2017].
- CHANET, B. & LUSIGNAN, F. 2009. Teaching evolution in primary schools: an example in French classrooms. *Evolution Education Outreach*, **2**: 136-140.
- ELDREDGE, N. & ELDREDGE, G. 2009. Lessons from EEO: Toward a universal evolutionary curriculum. *Evolution Education Outreach*, **2**: 643-654.
- EVANS, E.M. 2000. The emergence of beliefs about the origins of species in school-age children. *Merrill-Palmer Quarterly*, **46** (2): 221-254.
- EVANS, E.M. 2001. Cognitive and contextual factors in the emergence of diverse belief systems: Creation versus evolution. *Cognitive Psychology*, **42**: 217-266.
- EVANS, E.M. 2008. Conceptual change and evolutionary biology: A developmental analysis. En: S. VOSNIADOU, Ed. *International handbook of research on conceptual change*. Págs. 263-294. Routledge, New York.
- EVANS, E.M., SPIEGEL, A.N., GRAM, W., FRAZIER, B.N., TARE, M., THOMPSON, S. & DIAMOND, J. 2010. A conceptual guide to natural history museum visitors understanding of evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, **47** (3): 326-353.

- FAIL JR J., 2008. A no-holds-barred evolution curriculum for elementary and junior high school students. *Evolution Education Outreach*, **1**: 56-64.
- FERRARI, M., & CHI, M. T. 1998. The nature of naive explanations of natural selection. *International Journal of Science Education*, **20**: 1231-1256.
- GALLEGO, A. & MUÑOZ, A. 2015. Análisis de las hipótesis evolutivas en alumnos de Educación Secundaria y Bachillerato. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, **14** (1): 35-54.
- GENÉ, A. 1991. Cambio conceptual y metodológico en la enseñanza y aprendizaje de la evolución de los seres vivos. Un ejemplo concreto. *Enseñanza de las Ciencias*, **9** (1): 22-27.
- GLAZE, A.L., & GOLDSTON, M.J. 2015. Evolution and science teaching and learning in the United States: A critical review of literature 2000-2013. *Science Education*, **99** (3): 500-518.
- GONZÁLEZ GALLI, L.M. (2011). *Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural*. Tesis doctoral. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. < http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_4961_GonzalezGalli.pdf> [Consulta: 21-04-2017].
- GONZÁLEZ GALLI, L. & MEINARDI, E. 2009. El pensamiento finalista como obstáculo epistemológico para la enseñanza del modelo darwiniano. *Enseñanza de las Ciencias*, **Número Extra**: 1274-1276.
- GREGORY, T.R. 2009. Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions. *Evolution Education Outreach*, **2**: 156-175.
- HERMANN, R.S. 2011. Breaking the cycle of continued evolution education controversy: on the need to strengthen elementary level teaching of evolution. *Evolution Education and Outreach*, **2**: 136-140.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M^a.P. 1991. Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las Ciencias*, **9** (3): 248-256.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M^a.P. 1994. Teaching evolution and natural selection: a look at textbooks and teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, **31**: 519-535.
- JIMÉNEZ-TEJADA, M.P. 2009. *Los conceptos de población y especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas*. Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada. < <https://hera.ugr.es/tesisugr/17860623.pdf>> [Consulta: 21-04-2017].
- KELEMEN, D. 1999. The scope of teleological thinking in preschool children. *Cognition*, **70**: 241-272.
- KELEMEN, D., EMMONS, N.A., SCHILLACI, R. & GANEA, P.A. 2014. Young children can be taught basic natural selection using a picture-storybook intervention. *Psychological Science*, **25** (4): 893-902.
- KELEMEN, D. & ROSSET, E. 2009. The human function compunction: teleological explanation in adults. *Cognition*, **111**: 138-143.
- KOVER, P. & HOGGE, E. 2009. *Teaching evolution for primary children*. <<https://evolutionforprimarykids.co.uk/>> [Consulta: 21-04-2017].
- MILLER, J.D., SCOTT, E.C. & S. OKAMOTO, S. 2006. Public acceptance of evolution. *Science*, **313**: 765-766.
- MOORE, R., MITCHELL, G., BALLY, R., INGLIS, M., DAY, J. & JACOBS, D. 2002. Undergraduates' understanding of evolution: Ascriptions of agency as a problem for student learning. *Journal of Biological Education*, **36**: 65-71.
- NADELSON, L., CULP, R., BUNN, S., BURKHART, R., SHETLAR, R., NIXON, K. & WALDRON, J. 2009. Teaching evolution concepts to early elementary school students. *Evolution Education Outreach*, **2**: 458-473.
- NADELSON, L.S. & SINATRA, G.M. 2009. Educational professionals' knowledge and acceptance of evolution. *Evolutionary Psychology*, **7** (4): 490-516.
- NEHM, R.H., & REILLY, L. 2007. Biology major's knowledge and misconceptions of natural selection. *BioScience*, **57** (3): 263-272.
- PRINO, L., HALKIA, L. & SKORDOULIS, C. 2011. The inability of Primary School to introduce children to the Theory of Biological Evolution. *Evolution: Education and Outreach*, **4**: 275-285.
- SAMARAPUNGVAN, A. & WIERS, R.W. 1997. Children's thoughts on the origin of species: A study of explanatory coherence. *Cognitive Science*, **21** (2): 147-177.
- SHTULMAN, A. (2006). Qualitative differences between naive and scientific theories of evolution. *Cognitive Psychology*, **52**: 170-194.
- SINATRA, G.M., SOUTHERLAND, S.A., MCCONAUGHY, F. & DEMASTES, J.W. 2003. Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of biological evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, **40**: 510-528.
- SINATRA, G.M., BREM, S.K. & EVANS, E.M. 2008. Changing minds? Implications of conceptual change for teaching and learning about biological evolution. *Evolution: Education and Outreach*, **1**: 189-195.
- SMITH, M.U. 2010a. Current status of research in teaching and learning evolution: I. philosophical/epistemological issues. *Science and Education*, **19** (6): 523-538.
- SMITH, M.U. 2010b. Current status of research in teaching and learning evolution: II. Pedagogical issues. *Science and Education*, **19** (6): 539-571.

WAGLER, R. 2012. Assessing “the framework” for kindergarten through fifth grade biological evolution. *Evolution: Education and Outreach*, **5**: 274-278.

LEGISLACIÓN CITADA

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

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*, 10 de diciembre de 2013, 295, 97858-97921.

Orden ECI/2220/2007, de 12 de julio, por la que se establece el currículo y se regula la ordenación de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 21 de julio, 174, 31680-31828.

Orden ESD/1729/2008, de 11 de junio, por la que se regula la ordenación y se establece el currículo del bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 18 de junio de 2008, 147, 27492-27608.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 3 de enero de 2015, 3, 169-546.

ANEXO I

En este anexo se presentan los enunciados correspondientes a los ítems del cuestionario cumplimentados por los maestros y maestras (M):

Valora tu grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones (5-muy de acuerdo a 1-nada de acuerdo):

- M1: Los temas relacionados con la evolución son difícilmente abordables en Primaria.
 M2: Creo que se puede abordar la evolución en Educación Primaria de forma directa (explícita).
 M3: Creo que se puede abordar la evolución en Educación Primaria, pero sólo de forma indirecta, al tratar otros temas.
 M4: En Primaria tiene sentido tratar el tema de la evolución en general pero no de la humana.
 M5: En todo caso si algún sentido tiene tratar algo de evolución en Primaria debería ser en relación con el hombre.
 M6: Los alumnos de Primaria no se muestran interesados por los temas relacionados con la evolución.
 M7: La historia de la vida no aparece en el currículo de Primaria, pero la oferta didáctica de los museos permite abordarla con los alumnos.
 La principal dificultad para abordar el estudio de la evolución en Educación Primaria es:
 M8: Requiere de los alumnos una madurez que aún no han adquirido en Primaria.
 M9: Falta de formación del profesorado en su formación inicial de maestros (estudios de Magisterio)
 M10: Falta de formación del profesorado en las etapas obligatorias (Primaria, Secundaria, Bachillerato).
 M11: Es un tema incómodo por el conflicto ideológico que puede provocar en algunas personas.
 M12: Falta de recursos didácticos adecuados.
 M13: Falta de tiempo en la programación.
 He tenido ocasión de comprobar que mis alumnos de Primaria tienen conocimientos previos relacionados con la evolución, adquiridos en:
 M14: Viajes y visitas a museos con sus padres.
 M15: Documentales.
 M16: Dibujos animados / series de televisión.
 M17: Libros.
 M18: Videojuegos
 M19: No he visto que tengan conocimientos previos sobre este tema.
 M20: Cuando los alumnos de Primaria plantean espontáneamente en clase preguntas relacionadas con la evolución, los temas que con mayor frecuencia aparecen son:
 Los dinosaurios / Los hombres prehistóricos / Las grandes extinciones / Otros
 M21: En mi opinión, la etapa educativa más adecuada para tratar la evolución es:
 Primaria / Secundaria / Bachillerato / Educación superior
 M22: Lo que sé como profesor sobre estos contenidos lo he aprendido en:
 Formación inicial de maestro / Bachillerato o anterior / Cultura general / Otros estudios (universitarios) / Internet / Documentales y otros medios de divulgación / Otros

ANEXO 2

En este anexo se presentan los enunciados correspondientes a los ítems del cuestionario cumplimentados por los niños y niñas (N):

Considera si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F):

- N1: Los hombres prehistóricos cazaban mamuts.
 N2: Uno de los mayores peligros a los que tenían que enfrentarse nuestros antepasados prehistóricos era el ataque de los dinosaurios.
 N3: Sólo existen fósiles de animales.
 N4: Las jirafas tienen el cuello tan largo porque las jirafas primitivas tuvieron que estirarlo mucho para llegar a comer las hojas de los árboles más altos y eso se ha ido heredando hasta hoy.
 N5: Los primeros seres humanos aparecieron en África.

N6: Los neandertales eran hombres muy brutos, a medio camino entre las personas y los monos, y no andaban completamente derechos.

N7: Todos los dinosaurios eran enormes.

N8: El Tiranosaurio no ha sido el animal más grande que ha existido.