

El modelo de evolución biológica en el *currículum* de Educación Primaria: Un análisis comparativo en distintos países

Lucia Vázquez-Ben ^{1,a}, Ánxela Bugallo-Rodríguez ^{1,b}

¹ Departamento de Pedagogía y Didáctica. Área de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de A Coruña (España)

^a lucia.vben@udc.es ^b anxela.bugallo@udc.es

[Recibido: 28 marzo 2017. Revisado: 14 abril 2018. Aceptado: 24 abril 2018]

Resumen: En este trabajo exponemos un análisis de los *currícula* de ciencias de Reino Unido, Francia, Suecia, Portugal, España y Estados Unidos, para comprobar la presencia de la teoría de la evolución, como marco o como contenido. Esta revisión internacional de la normativa para Educación Primaria o Básica nos ha permitido hacer una comparación, cualitativamente significativa, de este tema en contextos legislativos y sociopolíticos diversos. A partir del análisis de los contenidos, se ha comprobado la existencia, o no, de las ideas nucleares (“core ideas”) necesarias para construir el razonamiento sobre evolución. Con los resultados, hemos clasificado los estados según el diferente grado de incorporación de constructos relacionados con el modelo de la evolución. Se ha observado que, en aquellos lugares donde se incluye en el *currículum*, aparece una clara posibilidad de conseguir una progresión de aprendizaje sobre el modelo. Finalmente, concluimos que esos avances pueden servir de guía para aquellos estados con menor presencia de contenidos sobre el modelo de evolución biológica en sus *currícula*, que son España y Portugal. Se dotaría así a la ciudadanía de los conocimientos necesarios para tomar decisiones fundamentadas en numerosos temas relacionados con la evolución, relativos a su salud y responsabilidad cívica.

Palabras clave: Educación Primaria, *currículum* de ciencias, modelo de evolución, progresión de aprendizaje.

The model of biological evolution in the *curriculum* of Primary Education: An international comparative analysis

Abstract: This paper analyses the Science curriculum of Primary Education from United Kingdom, France, Sweden, Portugal, Spain and United States of America. The main purpose is to identify whether biological evolution is included on it, either as framework or as content. This international review of the legislation of Primary / Elementary Education has enabled us to deeply compare how such different legal and socio-political contexts deal with this topic. The analysis of the content have shown the existence, or not, of the core ideas to build up the reasoning about the theory of evolution. The results have allowed us to classify the states according to the different degree of introduction of constructs related to the evolution model. Wherever evolution is included in the curriculum, an effective learning progression of the model is actually possible to achieve. Thus, the citizenship would be provided with the knowledge required to make informed decisions on a wide variety of issues related to evolution, both in terms of health and civic responsibility.

Keywords: Primary Education, Science Curriculum, model of evolution, learning progression.

Para citar este artículo: Vázquez-Ben L. y Bugallo-Rodríguez A. (2018) El modelo de evolución en el *currículum* de Educación Primaria: Un análisis comparativo en distintos países. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 15 (3), 3101. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3101

Introducción

La teoría de la evolución arrastra la polémica desde su aparición hasta la actualidad. Científicos de la época se negaron sistemáticamente a la aceptación de la teoría darwiniana y el debate alcanzó pronto a la sociedad, que recibía datos sueltos que representaban la evolución con la imagen del ser humano como un mono. Tampoco la teoría sintética de la evolución ha evitado el problema: en la posguerra española se vivía bajo un régimen en el que apenas tenían cabida

las ideas evolucionistas; razones históricas, religiosas e, incluso, políticas explican este rechazo a lo largo del tiempo (Blázquez 2001).

En pleno siglo XXI la polémica no ha desaparecido y en diversos países han surgido voces contrarias a su aceptación, normalmente relacionadas con grupos religiosos que consideran este avance científico un ataque a sus creencias. Ciertas posiciones políticas contemplan la negación de esta teoría, y de otros elementos científicos, como una forma de caracterizar su desconfianza hacia la ciencia, y sus victorias electorales abren la posibilidad a nuevas marginaciones de la ciencia frente a ideas no científicas. Durante una entrevista, ante una pregunta sobre la teoría de la evolución, el actual vicepresidente estadounidense respondió “I embrace the view that God created the seas and all that’s in them” (Kaplan 2016, p.1).

Tampoco la educación ha escapado de esta polémica y la inclusión, o no, de la evolución como contenido es un tema de amplio debate desde hace décadas. En la actualidad, tanto en el ámbito nacional como internacional, voces autorizadas abogan por su tratamiento, pues conocer el funcionamiento de la evolución biológica resulta fundamental no solo para mejorar la calidad científica de los profesionales de las áreas implicadas (Ciencias de la Vida), sino para comprender el mundo en sí mismo (Cañal 2009, Grau y De Manuel 2002, Petto 2005). El objetivo sería conseguir una ciudadanía mejor formada y, por lo tanto, más capacitada para razonar y tomar decisiones sobre los múltiples temas de su vida diaria relacionados con la evolución y la genética (Puig y Jiménez Aleixandre 2009, 2015, Soler 2009).

Sin embargo, la realidad legislativa española parece cada vez más distante. La situación que nos encontramos, actualmente, en el sistema educativo español es que la evolución biológica no aparece recogida en el nuevo *currículum* vigente hasta 4º curso de Educación Secundaria Obligatoria (*Real Decreto 1105/2014*), concretamente en la asignatura de Biología y Geología, que es de carácter optativo en dicho curso.

Esto significa que todo aquel alumnado que no curse dicha asignatura, ni entonces ni más adelante –en el caso de que decida realizar estudios superiores–, abandona el sistema educativo sin haber adquirido adecuadamente dicho conocimiento. Así mismo, los estudiantes de estas edades (14-15 años) encuentran graves dificultades para alcanzar su comprensión. Con frecuencia esas dificultades son el resultado de la existencia de una serie de concepciones alternativas que se han ido conformando, y consolidando, a lo largo de su infancia y adolescencia (Bermúdez 2015, González Galli 2011). Los estudios evidencian que aquellos estudiantes que no comienzan con determinados temas científicos hasta Secundaria, raramente consiguen llegar a los mismos objetivos de aprendizaje que aquellos que ya tienen una sólida base científica conseguida en la educación básica (Marco-Bujosa y Levy 2016). La baja presencia de la ciencia en las primeras etapas educativas muestra cuáles son las prioridades curriculares, las que determinan qué se enseña de las ciencias.

¿Cómo es posible tal situación cuando en el ámbito científico no hay duda acerca de la importancia de esta teoría? De hecho, en países como Estados Unidos, la *National Academy of Sciences*, la *American Association for the Advancement of Science* y la *National Science Teachers Association* resaltan la importancia de utilizar el conocimiento evolutivo como principio explicativo fundamental de las Ciencias de la Vida. Y para conseguirlo es preciso comprender la evolución biológica, su historia y su estrecha relación con la naturaleza de la ciencia (Araujo y Roa 2011).

En el presente trabajo proponemos valorar la posibilidad de introducir el estudio del modelo de evolución en la etapa de Educación Primaria (EP). Con tal objetivo, se han analizado los *currícula* de EP de diferentes países y estados, para comprobar qué consideración le dan a esta teoría y qué contenidos relacionados con la evolución se incluyen y cómo son abordados. Con

esta comparativa se pretende mostrar si los pasos dados por otros países para incorporar el modelo de evolución a la etapa de Educación Primaria, pueden ser el camino para su incorporación en el sistema educativo español.

Marco teórico y objetivos de investigación

Los análisis comparativos de *curriculum* a nivel internacional tienen una larga tradición que se apoya en el interés por mejorar la educación. Contrastando respuestas normativas desde distintas tradiciones sociopolíticas y culturales, se reflexiona sobre las similitudes y diferencias encontradas, buscando aquellas cuestiones que puedan ser transferibles, más allá de la diversidad contextual (Orpwood y Barnett 1997).

En el ámbito de la enseñanza de las ciencias en España, durante la última década, estos estudios se han centrado en variados aspectos. Koliopoulos, Adúriz-Bravo y Ravanis (2011) han elaborado criterios para una clasificación de *curriculum* y los programas como posibles herramientas de mediación entre la Didáctica de las Ciencias, como disciplina, y la enseñanza de las ciencias, como práctica profesional. Otros trabajos han profundizado en el estudio normativo de la LOE, para reconocer la orientación de la enseñanza científica propuesta por los legisladores (García-Carmona, Criado y Cañal 2014), para compararla con leyes anteriores (LOGSE y LOCE) (Banet 2010) o para analizar su diferente aplicación por comunidades autónomas (Tárraga y Pro 2013). También se han hecho propuestas sobre cómo mejorar la educación científica de Primaria desde el *curriculum* oficial, examinando el *Real Decreto de Enseñanzas mínimas* del año 2006 y comparándolo con el de Inglaterra y Estados Unidos (Criado, Cruz-Guzmán, García-Carmona y Cañal 2014).

La mayoría de esas recomendaciones siguen siendo válidas e, incluso, más necesarias en la actualidad. Las interesantes conclusiones de estos estudios impulsan a que se haga lo mismo con la nueva normativa. Pues, al igual que en otros países, la legislación relacionada con la Educación Primaria ha cambiado desde finales del año 2013, cuando se promulga la *Ley Orgánica 8/2013 para la Mejora de la Calidad Educativa* (LOMCE), que ha plasmado una nueva orientación curricular respecto a las ciencias, y que se ha desarrollado en decretos y órdenes publicadas en los años siguientes. Todo este cambio nos obliga a nuevos estudios curriculares.

En el presente trabajo nos centramos en un análisis comparativo con el objetivo de enfrentar las necesidades señaladas por especialistas en Didáctica de las Ciencias (Vázquez-Ben, Bugallo-Rodríguez 2017), con la realidad de una normativa oficial a menudo muy alejada de las necesidades de conocimiento científico de los ciudadanos. Un *curriculum* debería ser el resultado de la confluencia de una base científica, epistemológica, pedagógica, psicológica y sociológica (Coll 1993), lo que conllevaría necesariamente el tratamiento del modelo que nos ocupa.

No se pretende estudiar solamente el hecho de que la evolución aparezca como contenido, sino que se busca en los *curricula* la posible existencia de los “ladrillos que permitan construir” el modelo a través de una progresión de aprendizaje. ¿Por qué? Tal y como recogen los *Next Generation Science Standards* (NGSS) (NRC 2013) —que no son un *curriculum*, sino una serie de objetivos y buenas prácticas—, es necesario construir progresivamente estos modelos científicos desde la etapa infantil. Para comprender el mundo a través de explicaciones científicas, los estudiantes necesitan trabajar y desarrollar ideas, y relacionarlas a través de un período de años, no limitándose a un único curso. Por lo cual aconsejan progresiones de aprendizaje que permitan alcanzar tales objetivos.

La progresión requiere que el material previo sea aprendido, de modo que, elegir u omitir contenidos en cualquier nivel, influirá en el éxito o fracaso del estudiante a la hora de

comprender ideas como la evolución, que es la base para el área de las Ciencias de la Vida. La progresión que proponen los NGSS para alcanzarla incluye las siguientes ideas nucleares (*disciplinary core ideas*): herencia de rasgos (*Life Science* 3.A), variación de rasgos (LS3.B), evidencias de antepasados comunes y de diversidad (LS4.A), selección natural/selección artificial (LS4.B), adaptación (LS4.C), biodiversidad y humanos (LS4.D). Esta misma progresión abre la puerta a hablar de modelos y modelización, de la racionalidad y estructura de un proceso de aprendizaje que permita comprender el desarrollo de la modelización. Recordemos que modelizar es un proceso básico del pensamiento humano y, como tal, tiene una importancia vital para la educación (Gilbert y Justi 2016). A pesar de que el núcleo de trabajo de la ciencia está orientado a la construcción, revisión, aplicación y defensa de modelos que interpretan el mundo natural, los modelos raramente aparecen en la ciencia escolar y, generalmente, como ilustración, más que como instrumentos de construcción de la teoría (Lehrer y Schauble 2012). Modelos y modelización deben jugar un papel importante en la enseñanza de las ciencias si el objetivo es que sea auténtica. El *currículum* obligatorio de ciencias debería estar estructurado para facilitar el progreso del alumnado hacia el estatus de expertos en modelización (Gilbert 2004).

En el caso de la evolución hablamos, además, de modelos teóricos que conectan entre sí para formar un modelo de modelos, o *teoría*, que contiene hechos ejemplares, interpretados y teóricamente reconstruidos (Izquierdo y Adúriz 2005). Asumimos, como Lehrer y Schauble (2012), que la comprensión de la evolución requiere comprender los modelos que subyacen en esta teoría. Estos autores proponen que los estudiantes de Primaria y Secundaria desarrollen el modelo a través de grandes ideas (*big ideas*) de las Ciencias de la Vida, que respaldan y sirven como base conceptual para el razonamiento sobre la evolución. Estos bloques para construir y aprender el modelo serían: variabilidad (modos de describir la variabilidad y distinguir entre variación *directed* y al azar), cambio (modos de describir cambios en organismos y poblaciones) y ecosistemas (modos de describir interacciones entre organismos y con los lugares en los que habitan). Con los mismos, componen una progresión de aprendizaje que proporciona una serie de expectativas sobre los tipos de pensamiento, y razonamiento, que se pueden esperar en los estudiantes acerca del modelo de evolución.

El análisis de la presencia de este tipo de *grandes ideas*, o ideas nucleares, y sus respectivos contenidos, en los *curricula* puede aportar una visión más clara sobre las posibilidades que esas normativas ofrecen para desarrollar una progresión de aprendizaje, que permita a los estudiantes comprender y aplicar el modelo de evolución.

Con lo expuesto, en este estudio hemos abordado las siguientes preguntas:

- ¿Qué prescripciones hace el *currículum* oficial de la LOMCE para Educación Primaria respecto a la teoría de la evolución en comparación con el de los estados analizados?
- ¿Qué ideas nucleares se incluyen en los *curricula* que puedan servir como base conceptual para el desarrollo del modelo de la evolución?
- ¿Cómo se distribuyen esos contenidos y qué progresión se propone para la Educación Primaria?

Metodología

Teniendo en cuenta el tema central del estudio, esto es, la introducción del modelo de evolución en Educación Primaria, y los objetivos de la investigación, decidimos optar por el empleo de la metodología cualitativa (Flick 2004). Así, a la hora de analizar el material curricular, dado que se trata de una producción escrita, se llevó a cabo lo que Simons (2011)

denomina *análisis de documentos*. Esta técnica es adecuada, no solo para comprender mejor el contexto de la realidad estudiada, sino también para completar la información obtenida por medio de otras técnicas y fuentes. Nada más pertinente en nuestro caso, dado que es el *currículum* enunciado desde las diferentes Administraciones el que determina, en primera instancia, cuáles habrán de ser los contenidos a abordar en cada área y etapa educativa.

Se han analizado nueve textos oficiales de diverso rango normativo referidos a la materia de Ciencias Naturales, concretamente los *currícula* oficiales vigentes para la etapa de Educación Primaria en varios países. Para elegir las fuentes de datos se ha aplicado la selección por criterios (Goezt y LeCompte 1988) y se han escogido países con reformas educativas recientes en esta materia, y que presentan diferentes niveles de inclusión de la evolución en sus *currícula*:

- En Portugal (*Metas curriculares de Ensino Básico para as Ciências Naturais* 2013) se han realizado recientemente experiencias educativas con alumnado de *Ensino Básico* para iniciar el aprendizaje de la evolución, experiencias de gran interés porque son transferibles a otros países (Campos y Sá-Pinto 2013).
- La elección de Reino Unido (*National Curriculum* 2013) se justifica porque, en el curso 2014/2015, entró en vigor el nuevo marco curricular que incluye expresamente la evolución en la etapa de *Primary Education*.
- Otros países, como Francia (*Socle commun de connaissances, de compétences et de cultura* 2015) y Estados Unidos (*Framework for K-12 Science Education* 2012) se han escogido porque en sus normativas aparece como contenido nuclear. El programa marco estadounidense, muy valorado entre los especialistas en Didáctica de las Ciencias (Criado *et al.* 2014), es la base para el diseño del *currículum* de cada estado. Sin embargo, la polémica que existe en torno a la enseñanza de la evolución en este país ha conducido a una diferente aceptación de este marco. Ante la imposibilidad de analizar todos los estados, se ha tomado como referencia el estudio de Doyle (2002), que presenta una clasificación en tres categorías (bien, medio y mal) según cómo se trabaje la evolución en el contexto educativo, es decir, tanto a nivel curricular como de aula. Se han descartado los catalogados como deficientes, pues ni siquiera la abordaban, y se han escogido dos con diferente grado de incorporación -uno excelente (California) y uno medio (New York)-, para observar si existían diferencias notables en sus programas.
- Suecia (*Curriculum for the compulsory school, preschool class and the recreation centre* 2011) se ha seleccionado porque su marco legislativo considera la evolución como principio organizador del *currículum* de ciencias.

Tres de ellos (Reino Unido, Estados Unidos y Francia) son, también, una referencia para Secundaria en análisis comparativos de la evolución histórica curricular de la Biología, como el trabajo de Barberá, Zanón y Pérez-Pla (1999).

Nuestro estudio se centra en la revisión del área de Primaria destinada al aprendizaje de las ciencias experimentales: *Estudio do Méio* y *Ciências Naturais* en Portugal, *Questionner le monde* y *Sciences et Technologie* en Francia, *Science* en Reino Unido y Estados Unidos, *Biology* en Suecia. En España, dada la subdivisión acometida por la LOMCE del área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural en dos materias (*Ciencias de la Naturaleza* y *Ciencias Sociales*), se han analizado ambas, por si hubiera contenidos relevantes para la investigación que pudieran haber quedado integrados en ésta última, como la evolución humana a propósito de la Prehistoria.

El análisis del material documental incluyó dos niveles de estudio. En el primer nivel, se localizaron los marcos generales que recogían expresamente la evolución biológica. En el segundo nivel, se procedió a la codificación *descriptiva*, primero, y *focalizada* después (Saldaña 2009), de los conte-

nidos que componían los *currícula* estudiados. Dicho proceso de codificación estuvo guiado por las ideas nucleares incluidas en la progresión de aprendizaje descrita por los NGSS, complementadas con el estudio de Lehrer y Schauble (2012). Una vez codificadas todas las evidencias, se procedió a la agrupación de aquellos códigos que, por su proximidad o interrelación, remitían a una misma idea nuclear. Así, obtuvimos una serie de categorías finales que han permitido la comparación en los mismos términos de los *currícula* de los distintos países y estados seleccionados.

Este trabajo se enmarca dentro de una investigación más amplia en la que, además del presente análisis curricular, se está procediendo al estudio de los diversos *currícula* elaborados por cada comunidad autónoma española a partir de la implantación de la LOMCE.

Resultados de la comparativa curricular

Este procedimiento ha buscado el estudio de los *currícula* a partir de la apreciación de los conceptos en que se basan y de los principios que desarrollan. La intención ha sido representar el contenido de los textos, de manera transformada, para mostrar los posibles vínculos con la progresión de la enseñanza del modelo de evolución y, así, considerar su valor para la educación de forma comparada.

Para facilitar la comprensión de los resultados del análisis documental, se elaboró una tabla de equivalencias de las etapas educativas (Tabla 1), que muestra a qué edades corresponden los diferentes cursos de la educación obligatoria en cada Estado. Se ha ampliado hasta los 18 años, porque en alguno de los casos tratados (Portugal) la educación obligatoria llega hasta esa edad.

Tabla 1. La organización escolar en los distintos estados analizados: Educación Primaria y Secundaria

Edad (años)	ESPAÑA	FRANCIA	PORTUGAL	REINO UNIDO	EEUU	SUECIA
5 - 6	<i>Educación Infantil</i> 6º	<i>École maternelle</i> Grande Section	<i>Educação</i> <i>preescolar</i> 3º	<i>Primary education</i> Key Stage 1 Year 1	<i>Elementary school</i> Kindergarten	<i>Förskola</i> (Nursery school)
6 - 7	<i>Educación Primaria</i> 1º	<i>École élémentaire</i> Cours préparatoire (CP) - Cycle 2	<i>Ensino Básico</i> 1º	Year 2	1st Grade	<i>Förskoleklass</i> (Preschool)
7 - 8	2º	Cours élémentaire première année (CE1) - Cycle 2	2º	Key Stage 2 Year 3	2nd Grade	<i>Lågstadiet</i> Year 1
8 - 9	3º	Cours élémentaire deuxième année (CE2) - Cycle 2	3º	Year 4	3rd Grade	Year 2
9 - 10	4º	Cours moyen première année (CM1) - Cycle 3	4º	Year 5	4th Grade	Year 3
10 - 11	5º	Cours moyen deuxième année (CM2) - Cycle 3	5º	Year 6	5th Grade	<i>Mellanstadiet</i> Year 4
11 - 12	6º	<i>Collège</i> 6º - Cycle 3	6º	<i>Secondary education</i> Key Stage 3 Year 7	<i>Middle school</i> 6th Grade	Year 5
12 - 13	<i>E.S.O.</i> 1º	5º - Cycle 4	7º	Year 8	7th Grade	Year 6
13 - 14	2º	4º - Cycle 4	8º	Year 9	8th Grade	<i>Högstadiet</i> Year 7
14 - 15	3º	3º - Cycle 4	9º	Key Stage 4 Year 10	<i>High school</i> 9th Grade	Year 8
15 - 16	4º	<i>Lycée</i> 2º	<i>Ens. Secundário</i> 10º	Year 11	10th Grade	Year 9
16 - 17	<i>Bachillerato</i> 1º	1º	11º	<i>Further education</i> Key Stage 5 Year 12	11th Grade	<i>Gymnasie skolan</i>
17 - 18	2º	<i>Terminale</i>	12º	Year 13	12th Grade	

Centrándonos en la Educación Primaria, se puede observar que en España abarca el periodo de los 6 a los 12 años, siendo equiparable a los Ciclos 2 y 3 de Francia. En Inglaterra, en cambio, son dos etapas (KS-1 y KS-2) de *Primary Education*, que van de los 5 a los 11 años, al igual que la *Elementary Education* en Estados Unidos. Por lo que se refiere a Portugal, el *Ensino Básico* incluye desde los 6 hasta los 15 años. Por último, en Suecia, antes de la Secundaria, hay dos etapas de educación obligatoria (*Lägstadiet* y *Mellanstadiet*) que se desarrollan entre los 7 y los 13 años.

El análisis de los marcos normativos o estándares de estas etapas (Tabla 2) nos ha permitido diferenciar tres formas de integración de la evolución y una de no integración. En primer lugar, estarían aquellos que tratan la evolución como guía, como es el caso del *Curriculum for Compulsory School* de Suecia, que considera la evolución como *principio organizador* (eje estructurante) del *curriculum* de Biología durante toda la educación obligatoria, y que habla expresamente de los modelos y teorías en esta disciplina.

En segundo lugar, estarían aquellos que la consideran como una idea básica del área o dominio (Estados Unidos y Francia). En el caso del *Framework K-12* estadounidense, se señala como una de las cuatro ideas nucleares (*core ideas*) del área (*Life Sciences*), es decir, las que definen los principios unificadores de las Ciencias de la Vida, esenciales para la comprensión conceptual y para que los estudiantes sean capaces de entender los descubrimientos originados por la investigación. También el *curriculum* francés menciona expresamente la evolución (*l'évolution et la diversité des espèces*) como una de las tres claves dentro de la línea de las Ciencias de la Vida, para conseguir los objetivos de conocimientos y competencias del dominio (*Les systèmes naturels et les systèmes techniques*).

En tercer lugar, el caso del Reino Unido donde no existe una referencia expresa en la presentación del *curriculum*, pero ocupa todo un bloque de contenidos de 6º curso (*Evolution and inheritance*). Por último, aparecen aquellos estados con *curricula* oficiales que no tratan expresamente la evolución en ningún caso; en este apartado tenemos a España y Portugal.

Tabla 2. Referencias explícitas a la evolución biológica en los marcos curriculares generales analizados

<p>SUECIA <i>Curriculum for the compulsory school, preschool class and the recreation centre</i> (2011)</p>	<p>Science Studies, 3.9.Biology, Aim (p. 105) "Teaching should also contribute to pupils developing familiarity with the concepts, models and theories of biology, as well as an understanding of how these are developed in interaction with experiences from studies of nature and people. [...] Through teaching, pupils should get an insight into the world view of science with the theory of evolution as a foundation, and also get perspectives on how this has developed and what cultural impact it has had."</p>
<p>FRANCIA <i>Socle commun de connaissances, de compétences et de culture 2015</i> <i>Programmes pour les cycles 2, 3 et 4</i> (2015)</p>	<p>Domaine 4 : les systèmes naturels et les systèmes techniques (p.7) "Pour atteindre les objectifs de connaissances et de compétences de ce domaine, l'élève mobilise des connaissances sur: - les principales fonctions du corps humain, les caractéristiques et l'unité du monde vivant, l'évolution et la diversité des espèces."</p>
<p>ESTADOS UNIDOS <i>Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas</i> (2012)</p>	<p>Disciplinary Core Ideas (p.3): <u>Life Sciences</u> LS3: Heredity: Inheritance and variation of traits LS4: Biological evolution: Unity and diversity</p> <p>Dimension 3. Disciplinary Core Ideas – Life Sciences (p.139-140) <i>A core principle of the life sciences is that all organisms are related by evolution and that evolutionary processes have led to the tremendous diversity of the biosphere. [...] Evolution and its underlying genetic mechanisms of inheritance and variability are key to understanding both the unity and the diversity of life on Earth. [...]</i> <i>Finally, the core ideas in the life sciences culminate with the principle that evolution can explain how the diversity that is observed within species has led to the diversity of life across species through a process of descent with adaptive modification. Evolution also accounts for the remarkable similarity of the fundamental characteristics of all species.</i></p>

Tabla 2. Continuación

REINO UNIDO <i>National Curriculum in England: framework to key stages 1 to 4 Science programmes Ks 1-2 (2013)</i>	No aparece en marco general. Evolution and inheritance (Year 6 programme).Statutory requirements (p. 32)
PORTUGAL <i>Organização curricular e programas. 1º Ciclo do Ensino Básico 2004</i> <i>Metas curriculares de Ensino Básico para as Ciências Naturais (2013)</i>	No aparece en marco general.
ESPAÑA <i>Real Decreto 126/2014 por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria</i> <i>Orden ECD/686/2014 por la que se establece el currículo de la Educación Primaria</i>	No aparece en marco general.

En cuanto al análisis de la inclusión de las ideas nucleares en los contenidos, que permitirían al alumnado construir el modelo de la evolución, la situación es semejante (ver Tabla 3). Dado que Suecia considera la evolución como principio organizador de todos los contenidos de la materia, se ha omitido en este segundo nivel de análisis, pues entendemos que sería una presencia constante, no explícita, en todo el *curriculum*.

Por lo que se refiere a los estados norteamericanos escogidos, el análisis se ha realizado sobre la normativa vigente en el momento de presentar este artículo, en California el *Science Framework for California Public Schools* (2004) y en Nueva York la que deriva de los *Learning Standards for Science* (1996). Actualmente ambos estados se encuentran en proceso de revisión de sus marcos curriculares para adaptarlos al *Framework for K–12 Science Education* (2012) y a los NGSS (2013).

En Nueva York se presentan contenidos relacionados con todas y cada una de las ideas consideradas fundamentales para la construcción del modelo de evolución. Además, se van desarrollando progresivamente a lo largo de los cursos que van de los 5 a los 14 años, algunas incluso a lo largo de ambas etapas (K–4 y 5–8), por ejemplo, *herencia*, *variación de rasgos* o *selección natural*. Conceptos como *mutación*, *selección artificial* y *pruebas de la evolución* se tratan paulatinamente durante la etapa 5–8 (10-14 años).

El *curriculum* de California recoge todas las ideas nucleares, a excepción de *selección artificial*. Crea además su propia secuencia de aprendizaje, puesto que los conceptos se van abordando en momentos diferentes desde los 6 a los 10 años, siguiendo una estructura lógica y promoviendo la continuidad: se empieza por *adaptación* y *biodiversidad* en 1st Grade (6 años), luego se trabaja *herencia* y *variación de rasgos* en 2nd, así como *cambio* y *ancestros comunes*; esta última idea se retoma en 3rd, junto a *adaptación*, curso en el que también se introducen *extinción* y *selección natural*, contenidos que vuelven a aparecer en 4th. Si no hay datos en este estado con respecto a los dos cursos siguientes, correspondientes a nuestros 5º y 6º de Educación Primaria, es debido a que, en 5th Grade, las Ciencias de la Vida centran su atención en otros aspectos, como el cuerpo humano, mientras que 6th está dedicado por completo a las Ciencias de la Tierra. Las Ciencias de la Vida no son retomadas hasta 7th Grade, lo que equivaldría a 1º de ESO, razón por la que no se contempla en este estudio.

En el caso inglés aparecen contenidos relacionados con la evolución en edades tempranas, como *adaptación* y *biodiversidad* en Year 2 (6-7 años) o *extinción* en Y4, pero concentra su tratamiento en Y6 (10-11 años), en el bloque de *Evolución y Herencia*, cuando trata las ideas de *herencia*, *variación*, *selección natural*, etc. Se puede valorar que no existe una clara progresividad, pero destaca la gran cantidad de conceptos trabajados.

Sí existe posibilidad de progresión en el caso francés, que integra los contenidos de *variación*, *cambio*, *ancestros comunes*, *adaptación* y *biodiversidad* durante todo un período, concretamente en el Ciclo 3 (de 9 a 12 años), y parte de la evolución de las especies como marco explicativo de las Ciencias de la Vida. El propio documento hace recomendaciones de progresión en esta temática, dejando clara la necesidad de este tipo de tratamiento para su enseñanza, enunciando que la evolución es un concepto que se construye progresivamente a lo largo de toda la escolaridad. De hecho, en la siguiente etapa educativa (*Collège*) se continuará su desarrollo incluyendo la Genética.

Finalmente, Portugal y España se colocan a la cola en el tratamiento de ideas nucleares relacionadas con la evolución en esta etapa educativa.

En Portugal solo se tratan, y de forma puntual, cuatro contenidos, *adaptación*, *extinción* y *biodiversidad* en 5º curso (10-11 años) y *selección artificial* en 6º (11-12 años). La ausencia de contenidos clave, como *herencia*, *variación* y *selección natural*, evidencia que incluso el tratamiento de los anteriores está muy lejos de toda posibilidad de trabajar sobre el modelo de evolución, y se orienta más en completar el de ecosistema o la biodiversidad.

Por lo que se refiere a España, la situación es más precaria, ya que en el *Decreto* 126/2014 solo aparece claramente la *extinción de especies*, y no como un contenido, sino entre los estándares de aprendizaje del Bloque 3 (Seres Vivos): *3.2 Identifica y explica algunas de las causas de la extinción de especies*. En la Orden ECD/686/2014 sí está la *extinción* como un contenido de 5º curso (10-11 años), así como su criterio de evaluación *4. Conocer la relación entre el ser humano y la biodiversidad e identificar las causas de la extinción de especies*. En definitiva, además de todas las ideas que ya estaban ausentes en el *currículum* portugués, aquí ni siquiera aparece la referencia a la *adaptación*. En cambio, sí podría ser de interés la mención que hace la misma orden al *Genoma humano* en 6º curso, si no fuera porque se presenta como un simple ejemplo de los avances científicos en Medicina, sin intención, por tanto, de que se comprenda con una base científica previa.

Tabla 3. Presencia de contenidos curriculares relacionados con evolución, por curso y edad del alumnado

Idea nuclear	New York	California	Inglaterra	Francia	Portugal	España
Evolución	Framework K-12	Framework K-12	6º (10-11 años)	4º - 6º (9 a 12 años)		
Herencia de rasgos (caracteres hereditarios vs. adquiridos; información genética)	K - 4; 5 - 8 (5 a 14 años)	2º (7-8 años)	6º (10-11 años)			
Variación de rasgos	K - 4; 5 - 8 (5 a 14 años)	2º (7-8 años)	6º (10-11 años)	4º - 6º (9 a 12 años)		
Cambios en organismos y poblaciones	5 - 8 (10 a 14 años)	2º (7-8 años)		4º - 6º (9 a 12 años)		
Evidencia de ancestros comunes	5 - 8 (10 a 14 años)	2º, 3º (7 a 9 años)	6º (10-11 años)	4º - 6º (9 a 12 años)		
Selección natural	K - 4; 5 - 8 (5 a 14 años)	3º, 4º (8 a 10 años)	6º (10-11 años)			

Tabla 3. Continuación.

Idea nuclear	New York	California	Inglaterra	Francia	Portugal	España
Evolución	Framework K-12	Framework K-12	6º (10-11 años)	4º - 6º (9 a 12 años)		
Selección artificial	5 – 8 (10 a 14 años)				6º (11 a 12 años)	
Adaptación	K – 4 (5 a 9 años)	1º, 3º (6, 8 años)	2º, 4º, 6º (6, 8, 10 años)	4º - 6º (9 a 12 años)	5º, 6º (10 a 12 años)	
Biodiversidad	5 – 8 (10 a 14 años)	1º (6-7 años)	2º (6-7 años)	4º - 6º (9 a 12 años)	5º (10-11 años)	5º (10-11 años)
Extinción	5 – 8 (10 a 14 años)	3º (8-9 años)	4º (8-9 años)		5º (10-11 años)	5º (10-11 años)

Conclusiones e implicaciones educativas

En los resultados precedentes se visualiza la importancia dada a la temática de la evolución en los actuales *currícula* de Suecia, Francia e Inglaterra, así como en el *Framework* de Estados Unidos. Y especialmente relevante es el hecho de que esta integración se ha realizado complementada por progresiones de aprendizaje, como es el caso tanto de Francia como de Estados Unidos que trabajan directamente con progresiones diseñadas, que no están incluidas en la propia norma general pero sí en los documentos oficiales complementarios. Consideramos que la selección de ideas nucleares y la secuencia en su tratamiento son una excelente referencia a seguir por otros países.

En ese mismo sentido destacan los NGSS, una nueva e interesante fórmula para avanzar curricularmente, pues están diseñados no como *curriculum* sino como la vía para preparar estudiantes para la secundaria, para las carreras profesionales y para ser ciudadanos. Su dinamismo y la calidad de sus equipos de redacción, donde podemos encontrar a los mismos autores en los que se fundamentan los análisis en todos los ámbitos de la enseñanza de las ciencias, hacen de ellos un ejemplo.

Mientras, el *curriculum* de la LOMCE para Educación Primaria presenta carencias graves de cara a la construcción del modelo de evolución, impidiendo así favorecer una educación científica de la ciudadanía acorde con las exigencias sociales y medioambientales de estos tiempos. Diariamente debemos tomar decisiones sobre cuestiones estrechamente relacionadas con la evolución: cultivo y consumo de alimentos transgénicos, uso de vacunas, clonación, tratamiento de enfermedades hereditarias, pérdida de biodiversidad, etc. Conocer bien este modelo biológico es fundamental para conseguir una ciudadanía mejor formada y, por lo tanto, más capacitada para reflexionar y tomar decisiones. Si no es así, como sucede con el actual marco normativo, debemos buscar una solución a dicha carencia. ¿Cuál es el camino?

Tomemos como referencia las normativas, y las formas de elaboración de *currícula*, de aquellos estados donde ya se incluye este contenido en Educación Primaria. Discutamos la posibilidad de considerarlo como principio organizador, asegurémonos de incluir todas las ideas nucleares citadas y, por supuesto, promovamos una progresión de aprendizaje que nos permita desarrollar el pensamiento y razonamiento científico del alumnado con respecto a esta cuestión, facilitando así su comprensión en los siguientes cursos.

En definitiva, este análisis abre las puertas a un camino por el que pueden continuar otros estados. Formar a la ciudadanía del futuro requiere de conocimientos científicos que permitan afrontar los grandes y pequeños retos a los que se debe enfrentar. Desde lo más personal, nuestra salud y nuestro trabajo, hasta lo más global, cualquier decisión sobre el medio y los

seres vivos que nos acompañan en este maltratado planeta requiere conocer sus posibles consecuencias.

Si abordamos demasiado tarde la enseñanza de la evolución, los expertos coinciden en que su aprendizaje será más difícil y, si ni siquiera la enseñamos, dónde queda la responsabilidad legislativa hacia la sociedad. Ayudar a que el alumnado construya el modelo de evolución exige colocar desde tempranas edades las primeras piezas, que irán creando esa pasarela que nos permitirá avanzar en el conocimiento biológico para decidir y actuar.

Agradecimientos

Proyecto EDU2015-6643-C2-2-P subvencionado por el Ministerio de Economía y Competitividad y Programa de Ayuda Predoctoral de Xunta de Galicia ED48A-2016/291.

Referencias

- Araujo R., Roa R. (2011) Enseñanza de la evolución biológica. Una mirada al estado del conocimiento. *Bio-grafía: escritos sobre la Biología y su enseñanza* 4 (7), 15–35. doi: 10.17227/20271034.7biografia15.35
- Banet E. (2010) El medio natural en la LOE: ¿continuidad o cambio en el currículo de educación primaria? *Investigación en la Escuela* 70, 71–78. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.06
- Barberá O., Zanón B., Pérez-Pla J.F. (1999) Biology Curriculum in Twentieth-Century Spain. *Science Education* 83 (1), 97–111.
- Bermúdez G.M.A. (2015) Los orígenes de la Biología como ciencia. El impacto de las teorías de evolución y las problemáticas asociadas a su enseñanza y aprendizaje. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12 (1), 66–90. doi: 10.498/16925
- Blázquez F. (2001) La teoría sintética de la evolución en España. Primeros encuentros y desencuentros. *Llull* 24 (50), 289–313.
- California Department of Education (2004). *Science Framework for California Public Schools. Kindergarten through Grade Twelve*.
- 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.
- Coll C. (1993). *Psicología y curriculum*. Barcelona: Paidós.
- Criado A.M., Cruz-Guzmán M., García-Carmona A., Cañal P. (2014) ¿Cómo mejorar la educación científica de primaria en España desde el currículo oficial? Sugerencias a partir de un análisis curricular comparativo en torno a las finalidades y contenidos de la Ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias* 32 (3), 249–266.
- Department for Education (2013) *The National Curriculum in England: framework to key stages 1 to 4. Science programmes of study*. Gob. UK, September 2013.
- Departamento de Educação Básica (DEB) (2004) *Organização curricular e programas. 1º Ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Direção-Geral da Educação (2013) [Metas curriculares de Ensino Básico para as Ciências Naturais. 5º, 6º, 7º e 8º ano](#). Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.

- Doyle R. (2002) Down with Evolution! *Scientific American Magazine* 286 (3), 30.
- Flick U. (2004) *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Morata.
- García-Carmona A., Criado A. M., Cañal P. (2014) ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las Ciencias* 32 (1), 139–157. doi: 10.5565/rev/ensciencias.778
- Gilbert J. K. (2004) Models and modelling: Routes to a more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education* 2, 115–130.
- Gilbert J.K, Justi R. (2016) Modelling-based Teaching in Science Education. En *Models and Modeling in Science Education* vol. 9 (pp. 17–40). Springer Int. Publ.
- Goezt J. P., LeCompte M. D. (1988) *Etnografía y diseño cualitativo en investigación cualitativa*. Madrid: Morata.
- González Galli L. (2011) *Obstáculos para el aprendizaje del modelo de evolución por selección natural* (Tesis doctoral). Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- Grau R., De Manuel J. (2002) Enseñar y aprender evolución: una apasionante carrera de obstáculos. *Alambique* 32, 56–64.
- Izquierdo Aymerich M., Adúriz Bravo A. (2005) Los modelos teóricos para la ciencia escolar. Un ejemplo de Química. *Enseñanza de las Ciencias*, nº Extra VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, 1-4.
- Kaplan S. (2016) Trump and Pence on science, in their own words. *The Washington Post*, nov. 10 2016.
- Koliopoulos D., Adúriz-Bravo A., Ravanis K. (2011) El “análisis del contenido conceptual” de los currículos y programas de ciencias: Una posible herramienta de mediación entre la Didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias* 29 (3), 315–324.
- Lehrer R., Schauble L. (2012) Seeding Evolutionary Thinking by Engaging Children in Modelling Its Foundations. *Science Education*, 96 (4), 701–724.
- Marco-Bujosa L.M., Levy A.J. (2016) Caught in the Balance: An Organizational Analysis of Science Teaching in Schools with Elementary Science Specialists. *Science Education* 100 (6), 983–1008.
- Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (2015) *Socle commun de connaissances, de compétences et de culture*, Bulletin officiel nº 17 du 23 avril 2015.
- Ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche (2015) *Programmes pour les cycles 2, 3 et 4*. Bulletin officiel spécial nº11 du 26 novembre 2015.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España (2014) *Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria*. BOE, nº 52, 1 de marzo de 2014.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España (2014) *Orden ECD/686/2014, de 23 de abril, por la que se establece el currículo de la Educación Primaria para el ámbito de gestión del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte y se regula su implantación, así como la evaluación y determinados aspectos organizativos de la etapa*. BOE nº 106, 1 de mayo 2014.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España (2015) *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. BOE, nº 3, 3 de enero de 2015.

- National Research Council (NRC) (2012) *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: Nat. Ac. Press.
- National Research Council, National Science Teachers Association, American Association for the Advancement of Science and Achieve (2013) *Next Generation Science Standards*. Washington, DC. Nat. Ac. Press. Recuperado de: <http://www.nextgenscience.org/>
- New York State Education Department (1996). *Learning Standards for Science*. Recuperado de: <http://www.p12.nysed.gov/ciai/mst/sci/ls.html>
- Orpwood G., Barnett J. (1997) Science in the National Curriculum: an international perspective, *The Curriculum Journal* 8 (3), 331–339.
- Petto A. (2005) Why teach evolution? *National Center for Science Education. Library Resource*.
- Puig B., Jiménez Aleixandre M. P. (2009) ¿Qué considera el alumnado que son pruebas de la evolución? *Alambique* 62, 43–50.
- Puig B., Jiménez Aleixandre M.P. (2015) El modelo de expresión de los genes y el determinismo en los libros de texto de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 12 (1), 55-65. doi: 10498/16924
- Saldaña J. (2009) *The coding manual for qualitative researcher*. Los Angeles, CA: SAGE.
- Simons H. (2011) *El estudio de caso: teoría y práctica*. Madrid: Morata.
- Soler M. (2009) 100 preguntas y respuestas sobre evolución. *Andalucía Innova*, Especial Evolución.
- Skolverket (Swedish National Agency for Education) (2011) *Curriculum for the compulsory school, preschool class and the recreation centre*. Based on the Ordinance on the Compulsory School System (SKOLFS 2010:37) and on the Provision on the Compulsory School System (SKOLFS 2011:19).
- Tárraga Poveda P., Pro Bueno A. (2013) Cuando hablamos del currículum de CMC, ¿todas las Comunidades Autónomas hablan de lo mismo? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 10 (1), 11–29.
- Vázquez-Ben L., Bugallo-Rodríguez A. (2017) El modelo de evolución en Educación Primaria: Desafíos identificados por expertas y expertos. *Enseñanza de las Ciencias* n° Extra X Congreso Internacional en Investigación sobre Didáctica de las Ciencias, 4293-4297.