

Cambios en los conocimientos. Dificultades en los aprendizajes. El caso de la biología

Antonio Brandi

1. Introducción

Analizar los cambios en los conocimientos correspondientes a la biología y su repercusión en los currículos de la asignatura resulta una tarea tremendamente interesante pero que, sin duda, necesita un trabajo previo de acotamiento. Acotar principalmente el tiempo en el que se centra el análisis, los conocimientos que han cambiado y los niveles académicos a los que afecta.

¿Cambios en los conocimientos, desde cuándo?

Aunque, en realidad, raramente un conocimiento científico tiene un momento exacto de comienzo, se decidió centrar el estudio en temas que hubiesen adquirido gran relevancia en los últimos veinticinco años, un intervalo suficiente para una visión global.

¿Cambios en qué conocimientos de la biología?

En los últimos veinticinco años ha habido muchos cambios en la biología, pero había que decidir cuáles podían ilustrar mejor esta evolución. Se han seleccionado seis casos concretos que resultan suficientemente ilustrativos de avances y cambios en los conocimientos biológicos en estos años: el estudio del sida como una nueva enfermedad infecciosa, la reproducción asistida, la biotecnología, la evolución humana, la taxonomía y el conocimiento del cambio climático.

¿En qué niveles educativos se van a analizar estos cambios?

Aunque la biología no se estudia como asignatura independiente hasta 2.º de Bachillerato, el análisis se centró en los niveles obligatorios de la Secundaria que, por otro lado, integra contenidos de áreas de Ciencias de la Naturaleza lo suficientemente compartimentados como para que el análisis resulte bastante clarificador.

2. Marco temporal

Desde la LODE (1985), que modificaba la anterior Ley General de Educación (LGE) del año 1970, hasta la actual LOE, aprobada en 2006, hemos sido testigos en los últimos 25 años de la aprobación de siete leyes orgánicas dentro del ámbito de la educación.

- 1970. LGE (Ley General de Educación).
- 1985. LODE (Ley Orgánica Reguladora del Derecho a la Educación).
- 1990. LOGSE (Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo).
- 1995. LOPEG (Ley Orgánica de la Participación, la Evaluación y el Gobierno de los Centros Docentes).
- 2001. LOU (Ley Orgánica de Universidades).
- 2002. LOCFP (Ley Orgánica de las Cualificaciones y de la Formación Profesional).
- 2002. LOCE (Ley Orgánica de Calidad de la Educación).
- 2006. LOE (Ley Orgánica de Educación).

En paralelo a estas leyes se han publicado varios Reales Decretos que han establecido las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Exceptuando el correspondiente a la LOCE que no llegó a implantarse, tenemos:

- 1991. Real Decreto 1007/1991, de 14 de junio. En el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria, correspondiente a la LOGSE.
- 2000. Real Decreto 3473/2000, de 29 de diciembre, que modifica el Real Decreto anterior, y que establece nuevas enseñanzas mínimas para la ESO.
- 2006. Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre. En el que se establecen las enseñanzas mínimas de la ESO, correspondientes a la LOE.

Estos tres Reales Decretos, y sus posteriores concreciones en cada una de las diferentes Comunidades Autónomas, han ido modificando y adaptando los currículos de las asignaturas a lo largo de este tiempo.

3. Cambios en los conocimientos de la biología. Ejemplos seleccionados

A continuación, se analizan los seis ejemplos mencionados anteriormente de avances y renovaciones en los conocimientos de la biología. Se han seleccionado por su actualidad y su relevancia social, aunque al tratarse de criterios subjetivos, cualquier lector conocedor del área podrá discrepar de esta selección. En cualquier caso, el objetivo no es el desarrollo exhaustivo de estos temas sino su uso como ejemplos ilustrativos de los avances en los conocimientos de la biología y el análisis de su repercusión en los currículos de la asignatura.

3.1. Estudio del sida como una nueva enfermedad infecciosa

El 5 de junio de 1981, el CDC (Centro de Prevención y Control de Enfermedades de Estados Unidos) dio a conocer los primeros casos de una rara enfermedad en la que se padecía un extraño tipo de neumonía, sarcoma de Kaposi y otras dolencias crónicas. La mayoría de esos enfermos eran hombres homosexuales.

En 1982, esta nueva enfermedad era bautizada como **sida**, acrónimo de «Síndrome de Inmuno-Deficiencia Adquirida».

En 1983, la enfermedad no era considerada en Estados Unidos como un problema de salud pública, solo se tenían registrados 1.450 casos y la mayoría se trataba de hombres homosexuales o drogadictos intravenosos.

En el año 1984, el equipo del doctor Luc Montagnier aisló el virus que causaba la enfermedad. Se le denominó VIH (Virus de Inmunodeficiencia Humana).

En 1985, la enfermedad adquirió gran popularidad, con la muerte del actor Rock Hudson.

Esta enfermedad se ha desarrollado como una pandemia en la que se ha llegado actualmente a porcentajes de incidencia superiores al 15 % de la población en la mayoría de países del cono sur africano. Un informe de noviembre de 2009 del programa conjunto de las Naciones Unidas, ONUSIDA, indicaba que el África subsahariana concentra el 60 % de los afectados de sida en el mundo, y que en el año 2008 había un total de 33,4 millones de personas infectadas por el VIH en todo el mundo.

En estos años, el sida se ha convertido en una de las enfermedades en las que más fondos se ha invertido para su conocimiento, prevención y curación. Con ello se han hecho grandes avances en el conocimiento de los retrovirus, de su fisiología, de los procesos de infección, de los medicamentos antirretrovirales (ARV) e incluso avances en el conocimiento del propio sistema inmunitario humano.

Por otro lado, además del sida, en los últimos 20 años hemos asistido al descubrimiento de otras nuevas enfermedades como el ébola, la enfermedad del legionario, el síndrome de fatiga crónica, el síndrome tóxico, la neumonía asiática, o la reciente gripe A y el virus H1N1.

Currículos

La única referencia al sida en los currículos de la ESO, se encuentra en el Real Decreto de 1991, en cuyos criterios de evaluación para la asignatura de Ciencias de la naturaleza se dice:

*Deben saber explicar la necesidad de tomar medidas de higiene sexual individual y colectiva para evitar enfermedades como el **sida**, la sífilis o la gonorrea.*

Real Decreto 1007/1991 (criterios de evaluación ESO).

Salvo esta referencia en 1991, el sida no se menciona específicamente como objeto de estudio en los contenidos de ninguno de los Reales Decretos de Secundaria posteriores, aunque sí aparece en los correspondientes a las etapas no obligatorias (Bachillerato), donde su desarrollo se centra en las características del virus, el proceso de infección, los síntomas y evolución de la enfermedad, los sistemas de contagio y su prevención.

3.2. La reproducción asistida

El 25 de julio de 1978, nació en Gran Bretaña Louise Joy Brown. Después de que sus padres intentaran durante nueve años tener descendencia sin éxito, se sometieron a una técnica pionera en aquellos tiempos, que consistía básicamente en llevar a cabo la fecundación del óvulo fuera del cuerpo de la madre, para luego implantar el cigoto directamente en el útero materno. El proceso de fecundación se realizó en un laboratorio (*in vitro*), por lo que Louise fue conocida como la primera «niña probeta». La técnica y el proceso de realización no estuvieron exentos de polémica y todo el caso llevó exhaustivas revisiones de seguridad y un pormenorizado seguimiento del estado de salud de la madre y la niña. Actualmente, Louise Brown es madre de un niño, que tuvo a los 28 años, de forma natural.

En España, el primer «bebé probeta» nació el 12 de julio de 1984 en el Instituto Universitario Dexeus de Barcelona. Se llama Victoria Anna Sánchez Perea y ha cumplido ya 25 años.

El nacimiento de «bebés probeta» dejó de ser noticia hace mucho tiempo. Las técnicas de reproducción asistida han ido perfeccionándose día a día y actualmente se aplican en muchísimos casos, solucionando problemas de infertilidad tanto masculina como femenina.

En España, según los datos del registro de la Sociedad Española de Fertilidad (SEF), en 2006 se llevaron a cabo 50.299 tratamientos de reproducción asistida, siendo el tercer país de Europa con más tratamientos de fertilidad, por detrás de Francia y Alemania.

Hoy día, se aplican cuatro técnicas de reproducción asistida diferentes: inseminación artificial, transferencia intratubaria de gametos, fecundación *in vitro* (FIV) e inyección citoplasmática de espermatozoides.

En los últimos dos años se han hecho muchos avances relacionados con este campo, como las nuevas técnicas de criopreservación, que permiten implantar en una mujer cigotos que llevan hasta catorce años congelados.

Currículos

Los contenidos referentes a este tipo de avance en biología se reflejan ya en los Reales Decretos de 1991 y 2000. En el de 2006 se hace referencia a sus aspectos generales en 3.º de ESO, aunque el contenido específico sobre reproducción asistida ha pasado a 1.º de Bachillerato.

*Métodos anticonceptivos y **nuevas técnicas reproductivas**.*

Real Decreto 1007/1991 (contenidos ESO).

***Nuevas técnicas de reproducción** y su valoración ética y social.*

Real Decreto 3473/2000 (contenidos 3.º ESO).

Conocer los aspectos básicos de la reproducción humana y describir los acontecimientos fundamentales de la fecundación, embarazo y parto. Comprender el funcionamiento de los métodos de control de la natalidad y valorar el uso de métodos de prevención de enfermedades de transmisión sexual.

3.3. La biotecnología

El 5 de julio de 1996 nació el primer mamífero clonado a partir de una célula adulta, la oveja Dolly. El animal fue sacrificado a los seis años debido a una enfermedad pulmonar progresiva, y se encuentra disecado en el Museo Real de Escocia.

Quizás, se trate de uno de los avances biotecnológicos con mayor repercusión social y ética hasta el momento, y uno de los que más debates ha ocasionado, principalmente por la posible aplicación en humanos de las técnicas utilizadas para esta clonación.

El término biotecnología hace referencia al conjunto de técnicas mediante las cuales se obtienen productos útiles para las personas a partir de otros seres vivos; por lo que, en realidad, los procesos biotecnológicos han sido usados desde muy antiguo para la obtención, por ejemplo, de alimentos como el pan, el vino o la cerveza. La clonación, la terapia génica o la obtención de anticuerpos monoclonales son ejemplos de aplicaciones actuales de la biotecnología.

Entre las múltiples aplicaciones y beneficios de las nuevas técnicas de biotecnología se pueden destacar:

- Los análisis de ADN, para investigación policial, determinación de parentesco, pruebas de paternidad, etc.
- La creación de animales y plantas con características específicas a partir de la inclusión de genes de otra especie, mediante técnicas de ADN-recombinante.
- La obtención de alimentos transgénicos, también mediante técnicas de ADN-recombinante. Actualmente existe una gran polémica asociada a este tipo de alimentos.
- La producción de sustancias terapéuticas, como la insulina, el interferón, la hormona del crecimiento o los factores de coagulación. Muchas de ellas obtenidas por ingeniería genética, a partir de bacterias en las que se ha introducido el gen que regula la síntesis de ese producto.
- El diagnóstico prenatal y la terapia génica, con los que se consigue corregir enfermedades genéticas, introduciendo genes «sanos» que restauran la función de los «defectuosos».
- La clonación de animales y plantas, con finalidades diversas. Entre ellas, está la recuperación de especies extinguidas.

En 2003, se logró clonar un banteng (un tipo de toro extinguido). Ese año, también fueron clonadas otras tres especies extintas a partir de embriones congelados. Actualmente existe un proyecto para la recuperación del bucardo, a partir de tejidos que fueron congelados tras la muerte del último ejemplar.

- Clonación terapéutica humana. En España, la Ley de Investigación Biomédica, aprobada en 2007, autorizó la clonación terapéutica en humanos. En este tipo de clonación, se obtienen células madre de un paciente, se clonan en el laboratorio y con ellas se pueden conseguir diferentes tejidos, o incluso órganos, que no presentan problemas de rechazo. En humanos, la clonación reproductiva está expresamente prohibida por ley.

Otro gran avance relacionado con las técnicas de biotecnología es el Proyecto Genoma Humano (PGH), un proyecto de cooperación internacional para conocer de forma precisa el genoma de nuestra especie, con la finalidad de facilitar futuras investigaciones. El proyecto se puso en marcha en 1986, con una gran polémica entre defensores y detractores. La secuenciación del ADN comenzó en 1990 y se estimó que se completaría en quince años. En 2001 se publicó el 90 % del genoma humano, y en 2003 se consideró completado el 100 %.

Dadas las implicaciones éticas de este proyecto, en 1990 se celebró en Valencia un congreso internacional en el que se elaboró la «declaración de Valencia sobre ética y Proyecto Genoma Humano», entre cuyas conclusiones destacamos la siguiente:

Necesidad de educar a la población sobre el Proyecto Genoma Humano, las enfermedades genéticas y los servicios genéticos.

Currículos

La biotecnología está muy presente en los currículos de Secundaria desde el Real Decreto de 2000, principalmente en el segundo ciclo:

*Las personas y el consumo de alimentos. Los **alimentos transgénicos**.*
Real Decreto 3473/2000 (contenidos 3.º ESO).

*Estudio de algunas enfermedades hereditarias. Aspectos preventivos: **diagnóstico prenatal. Manipulación genética: aplicaciones más importantes.***

Real Decreto 3473/2000 (contenidos 4.º ESO).

Estudio del ADN: composición, estructura y propiedades. Valoración de su descubrimiento en la evolución posterior de las ciencias biológicas.

[...]

Aproximación al concepto de gen. El código genético. Las mutaciones.

Ingeniería y manipulación genética: aplicaciones, repercusiones y desafíos más importantes. Los alimentos transgénicos. La clonación. El genoma humano.

*Implicaciones ecológicas, sociales y éticas de los avances en **biotecnología genética y reproductiva.***

Real Decreto 1631/2006 (contenidos 4.º ESO).

[...] *valorar críticamente las consecuencias de los avances actuales de **la ingeniería genética.***

Real Decreto 1631/2006 (criterios de evaluación 4.º ESO).

3.4. La evolución humana

El 8 de abril de 1993, la prestigiosa revista *Nature* publicó el hallazgo de fósiles de homínidos en la sierra de Atapuerca. Las primeras excavaciones de este yacimiento de la provincia de Burgos datan de 1910, aunque su excavación y estudio más pormenorizado comenzó en la década de los 70. En este tiempo las publicaciones sobre los descubrimientos realizados en este yacimiento han sido muy numerosas.

En 2004, la revista *National Geographic*, publicó un extenso artículo sobre los fósiles de Atapuerca, y en 2008, de nuevo la revista *Nature* informó de nuevos hallazgos fósiles.

Los hallazgos de este yacimiento, llevaron al equipo de investigación a proponer una nueva especie en el árbol de la evolución humana, el *Homo antecessor*.

En general, la reconstrucción de una historia evolutiva, como la de cualquier otro acontecimiento histórico, se realiza a partir de las piezas de un puzzle que, salvo en raras ocasiones, no se llega a tener completo nunca.

En el caso humano, los hallazgos de nuevas piezas de nuestro propio puzzle evolutivo adquieren gran impacto, no solo en la comunidad científica, sino también a nivel social. En cualquier caso, la importancia que alcanza cada nuevo descubrimiento es relativa, pero afecta siempre, en mayor o menor medida, a la visión global de nuestra filogenia. Cada nuevo hallazgo puede obligar a replantear el árbol evolutivo de la especie humana.

En 2002, por ejemplo, se describió una nueva especie de homínido: *Homo georgicus*, a partir de una larga serie de restos encontrados, desde 1983, en un yacimiento de Georgia, denominado Dmanisi. Estos restos han servido a los investigadores para reelaborar la teoría del origen de nuestra especie. Según la nueva hipótesis, los primeros humanos podrían haber surgido en Asia y no en el continente africano. De momento, se trata de una nueva hipótesis, que quedará a la espera de nuevos hallazgos.

Esta situación de provisionalidad, hace que las teorías sobre la evolución humana sean muy flexibles y se vayan adaptando a los nuevos hallazgos, así como a los aportes de información provenientes de otros campos del saber. En este sentido, actualmente los árboles evolutivos se plantean teniendo en cuenta no solo los análisis morfológicos de los fósiles hallados, sino también los datos aportados por descubrimientos y análisis de áreas como la genética o la bioquímica. Así, por ejemplo, gracias a los datos obtenidos por análisis de ADN, se han podido trazar nuevos mapas de movimientos de grupos humanos durante nuestra evolución.

Currículos

La presencia de contenidos sobre evolución humana se da en los currículos actuales de 4.º curso de la ESO, desde 2006. Anteriormente, los currículos de 2000 incluían la evolución desde una perspectiva más global.

*Evolución. El origen de la vida. Principales teorías. **La evolución:** mecanismos y pruebas.*

Real Decreto 3473/2000 (contenidos 4.º ESO).

Exponer razonadamente algunos datos sobre los que se apoya la teoría de la evolución, así como las controversias científicas y religiosas que suscitó esta teoría.

Real Decreto 3473/2000 (criterios de evaluación 4.º ESO).

*Estudio del proceso de **la evolución humana.***

Real Decreto 1631/2006 (contenidos 4.º ESO).

*Exponer razonadamente los problemas que condujeron a enunciar la teoría de **la evolución**, los principios básicos de esta teoría y las controversias científicas, sociales y religiosas que suscitó.*

Real Decreto 1631/2006 (criterios de evaluación 4.º ESO).

3.5. La taxonomía

En 1985, las biólogas Lynn Margulis y Karlene V. Schwartz, publicaron un sistema de clasificación de los seres vivos en cinco reinos (Moneras, Protocistas, Hongos, Plantas y Animales). Este sistema se basaba en uno anterior, propuesto por Whittaker en 1969, pero reestructuraba la clasificación interna y los organismos que se agrupaban en cada uno de los cinco reinos. La clasificación de Margulis y Schwartz, fue rápidamente aceptada y su uso se extendió en todos los ámbitos.

Posteriormente, estudios basados en características moleculares del ARN-ribosómico (filogenia molecular), llevaron a proponer (Woese, 1990) una clasificación de los seres vivos en tres grandes grupos, denominados «dominios», con un rango mayor que el de reino. Estos tres dominios son: *Archaea*, *Bacteria* y *Eukarya*.

Pero, determinados avances como el descubrimiento de nuevas especies, el estudio de los genomas y las modernas técnicas de biología molecular, han permitido establecer nuevas relaciones entre los seres vivos, lo que ha llevado a sistemas de clasificación más modernos. Cavalier-Smith, en 1998, propuso dos grandes suprarreinos (*Prokaryota* y *Eukaryota*), dentro de los cuales se agrupan un total de seis reinos diferentes (Bacterias, Protozoos, Chromistas, Hongos, Plantas y Animales).

Al igual que con los árboles evolutivos, se trata de un contenido en constante revisión y sometido a variaciones derivadas de nuevos descubrimientos.

Currículos

En un análisis de los Reales Decretos se puede ver que la clasificación de Margulis y Schwartz se ha mantenido en todos los currículos. Incluso, en el último de ellos (2006) se desglosan los nombres de los cinco reinos propuestos por estas autoras.

*Clasificación de los seres vivos. **Los cinco reinos.** Introducción a la taxonomía. Virus, bacterias y organismos unicelulares eucarióticos. Hongos. El*

reino vegetal. Principales troncos. El reino animal. Principales troncos. La especie humana.

Real Decreto 3473/2000 (contenidos 1.º ESO).

*Introducción al estudio de la biodiversidad. La clasificación de los seres vivos: **los cinco reinos (moneras, protoctistas, hongos, plantas, animales).***

Real Decreto 1631/2006 (contenidos 1.º ESO).

3.6. Los impactos medioambientales. El cambio climático

El 11 de diciembre de 1997, en Kyoto (Japón), se reunieron políticos de todos los países industrializados del mundo, con el objetivo de corregir el cambio climático. Hasta el momento, las investigaciones científicas han dejado claro que la subida de temperaturas, que causa el cambio climático, se debe al efecto invernadero producido por el aumento de dióxido de carbono en la atmósfera, procedente de la utilización de combustibles fósiles.

Como consecuencia de esta y otras reuniones internacionales posteriores, se acordó reducir las emisiones de CO₂. Para lo cual, entre otras acciones, se decidió potenciar la investigación y el uso de energías alternativas limpias, como la eólica y la solar.

El protocolo de Kyoto entró en vigor el 16 de febrero de 2005, después de que 55 naciones, que sumaban el 55 % de las emisiones de gases de efecto invernadero, lo ratificasen. En la actualidad, ya lo han ratificado 166 países.

Currículos

Los contenidos sobre educación medioambiental están presentes en todos los currículos analizados, aunque el efecto invernadero, los impactos sobre el medio ambiente, el cambio climático y las directrices internacionales se introdujeron en el Real Decreto de 2000.

*Determinar, con ayuda de indicadores o datos bibliográficos, la existencia de fenómenos de **contaminación, desertización, disminución del ozono, agotamiento de recursos y extinción de especies**, indicando y justificando algunas alternativas para promover un uso más racional de la naturaleza.*

Real Decreto 1007/1991 (criterios de evaluación ESO).

*Variaciones en la composición del aire. **Contaminantes.** El aire y la salud.*

Real Decreto 3473/2000 (contenidos 1.º ESO).

*La atmósfera como filtro de la energía solar: su estructura. La energía reflejada: **efecto invernadero; últimas directrices internacionales.***

Real Decreto 3473/2000 (contenidos 2.º ESO).

*Analizar la incidencia de algunas actuaciones individuales y sociales relacionadas con la energía en el **deterioro y mejora del medio ambiente y en la calidad de vida.***

Real Decreto 3473/2000 (criterios de evaluación 2.º ESO).

*Cambios naturales en los ecosistemas. Cambios producidos por el hombre. **Impactos ambientales.** Su prevención.*

Real Decreto 3473/2000 (contenidos 4º ESO)

*Analizar algunas actuaciones humanas sobre diferentes ecosistemas y exponer las **actuaciones individuales, colectivas y administrativas para evitar el deterioro del medioambiente.***

Real Decreto 3473/2000 (criterios de evaluación 4.º ESO).

*Valoración de la importancia de mantener la **diversidad de los seres vivos.** Análisis de los problemas asociados a su pérdida.*

Real Decreto 1631/2006 (contenidos 1.º ESO).

Conocer la existencia de la atmósfera y las propiedades del aire, llegar a interpretar cualitativamente fenómenos atmosféricos y valorar la importancia del papel protector de la atmósfera para los seres vivos, considerando las repercusiones de la actividad humana en la misma.

El alumno ha de ser capaz de obtener y analizar datos de distintas variables meteorológicas utilizando instrumentos de medición que le permitan familiarizarse con estos conceptos hasta llegar a interpretar algunos fenómenos meteorológicos sencillos. Se valorará también el conocimiento de los graves problemas de contaminación ambiental actuales y sus repercusiones, así como su actitud positiva frente a la necesidad de contribuir a su solución.

Real Decreto 1631/2006 (criterios de evaluación 1.º ESO).

*Principales **problemas ambientales** de la actualidad.*

Real Decreto 1631/2006 (contenidos 3.º ESO).

*Recopilar información procedente de diversas fuentes documentales acerca de la influencia de las actuaciones humanas sobre los ecosistemas: efectos de la contaminación, desertización, disminución de la capa de ozono, agotamiento de recursos y extinción de especies. Analizar dicha información y argumentar posibles actuaciones para evitar el deterioro del medio ambiente y **promover una gestión más racional de los recursos naturales.***

Real Decreto 1631/2006 (criterios de evaluación 3.º ESO).

*Valoración de la **biodiversidad** como resultado del proceso evolutivo. El papel de la humanidad en la extinción de especies y sus causas.*

[...]

*Cuidado de las condiciones medioambientales y de los seres vivos como parte esencial de la **protección del medio natural.***

Real Decreto 1631/2006 (contenidos 4.º ESO).

3.7. Análisis de los conocimientos seleccionados

Como podemos ver, de los seis temas seleccionados, el sida no se encuentra actualmente en los currículos de secundaria, aunque se trata de una de las más importantes pandemias que se conocen, además de corresponder a un factor de riesgo que los jóvenes deberían conocer muy detalladamente.

Las referencias a las técnicas de reproducción asistida aparecen en los currículos de 1991 y 2000. En los actuales, de 2006, se recogen los aspectos básicos de la reproducción humana, mientras las técnicas de reproducción asistida han pasado al currículo de Bachillerato.

La evolución humana se planteó en el último Real Decreto como un contenido de 4.º de ESO. En este caso, su actualización corresponde más a los manuales de texto y a la práctica docente, que a los Reales Decretos.

El tema de la clasificación y taxonomía merecería un análisis detallado, ya que parece razonable pensar que pueda resultar pedagógicamente más apropiado su tratamiento desde la perspectiva de los cinco grandes reinos de Margulis y Schwartz que el tratamiento de las clasificaciones más modernas, que pueden resultarles muy lejanas y complejas a los alumnos de Secundaria. En todo caso no parece muy conveniente limitar en los currículos el modelo taxonómico al propuesto en 1985.

En el caso de la biotecnología y los impactos ambientales (contaminantes, cambio climático, etc.) su presencia es amplia en los currículos de los dos últimos Reales Decretos.

4. Perspectiva global de los currículos de biología

La biología es una de las ciencias que más rápidamente están evolucionando. Los conocimientos y los avances en este área se han multiplicado en el final del siglo pasado y

continúan haciéndolo en el comienzo de este, por lo que los contenidos de esta asignatura están sometidos a una continua renovación.

Los nuevos descubrimientos y los rápidos avances dentro de este campo influyen tanto en los currículos de la asignatura, como en los estudios de los alumnos y las prácticas pedagógicas de los profesores, lo que queda patente ya desde el Real Decreto de 1991.

El currículo de este área ha de corresponderse con la naturaleza de la ciencia, como actividad constructiva y en proceso, en permanente revisión, y que consiste en esa actividad tanto como en los productos de conocimientos adquiridos en un momento dado. A esta concepción de la ciencia como actividad constructiva le corresponde un planteamiento didáctico que realce el papel activo y de construcción cognitiva en el aprendizaje de la ciencia [...].

Real Decreto 1007/1991 (currículo Ciencias de la naturaleza ESO).

En general, la evolución de los sucesivos currículos de este área ha sido paralela al desarrollo de los planteamientos de la biología como ciencia. Así se pueden observar las siguientes características globales:

a) La valoración de los conocimientos científicos como un instrumento importante en la formación ciudadana.

En la sociedad actual la ciencia es un instrumento indispensable para comprender el mundo que nos rodea y sus transformaciones, así como para desarrollar actitudes responsables sobre aspectos ligados a la vida y la salud, y los referentes a los recursos y al medio ambiente. Es por ello por lo que los conocimientos científicos se integran en el saber humanístico que debe formar parte de la cultura básica de todos los ciudadanos.

Real Decreto 3473/2000 (aspectos básicos del currículo).

Reconocer y valorar las aportaciones de la ciencia para la mejora de las condiciones de existencia de los seres humanos y apreciar la importancia de la formación científica.

Real Decreto 3473/2000 (objetivos generales de Ciencias de la Naturaleza).

En este sentido, hay que destacar la inclusión en el último Real Decreto (2006) del concepto de «alfabetización científica» como uno de los objetivos que se deben alcanzar en la educación de todas las personas:

*La educación secundaria obligatoria ha de facilitar a todas las personas una **alfabetización científica** que haga posible la familiarización con la naturaleza y las ideas básicas de la ciencia y que ayude a la comprensión de los problemas a cuya solución puede contribuir el desarrollo tecnocientífico, facilitando actitudes responsables dirigidas a sentar las bases de un desarrollo sostenible. Y debe hacer posible, además, valorar e incorporar en forma de conocimiento válido el resultado de la experiencia y la información sobre la naturaleza que se recibe a lo largo de la vida.*

Real Decreto 1631/2006 (anexo II. Ciencias de la naturaleza).

b) El paso gradual de una biología descriptiva a una **biología funcional y aplicada.**

Los objetos de estudio ya no están exclusivamente enfocados hacia su descripción y clasificación, sino que se estudian desde el punto de vista de su papel biológico, de sus consecuencias y de sus relaciones con otros elementos.

Los contenidos curriculares del área de la biología han seguido una tendencia similar a la de las ciencias biológicas. De una biología propia de las primeras etapas del conocimiento: descriptiva de las características de animales, plantas, microorganismos..., con detallados estudios de anatomía, con descripciones pormenorizadas de distintos tipos de hábitats y ecosistemas, con una bioquímica fundamentalmente estructural, etc., se ha derivado hacia una biología más aplicada, con una investigación dirigida hacia la funcionalidad, el papel fisiológico de las biomoléculas (proteínas, enzimas...), los mecanismos metabólicos, la

interrelación de procesos, la aplicación de las investigaciones sobre la salud humana, el cuidado del medio ambiente, etc.

El estudio de los ecosistemas, por ejemplo, se hace más desde una perspectiva de su funcionalidad y de las relaciones que se establecen entre los elementos que los componen, que desde su descripción pormenorizada y su clasificación. En el caso de los suelos, prima el análisis del proceso de formación y evolución, más que la descripción de sus horizontes o la clasificación de sus tipos.

Este cambio resulta lógico cuando vemos la biología como un área de investigación, pero puede ser cuestionable cuando se plantea en la formación básica de una persona. Hemos de ser conscientes de que para entender el funcionamiento de un sistema biológico, el papel que desempeña un determinado metabolito o el proceso evolutivo de una especie concreta, es necesario, y en muchas ocasiones imprescindible, un conocimiento, al menos básico, de su estructura y sus características, es decir, una visión puramente descriptiva.

c) La consideración de la **biología como elemento propio de estudio.**

Se han incluido progresivamente en los currículos los métodos y técnicas propios de la ciencia como elemento de estudio (el método científico, las técnicas de análisis, el trabajo de campo, el estudio del microscopio y otros aparatos científicos, los diferentes modos y formas de exponer resultados y conclusiones...). Asimismo, han adquirido importancia los procesos históricos que han llevado a la construcción de los conocimientos científicos.

Entender el conocimiento científico como algo integrado, que se compartimenta en distintas disciplinas para profundizar en los diferentes aspectos de la realidad.

Real Decreto 3473/2000 (objetivos generales de Ciencias de la Naturaleza).

En todos los cursos se recogen conjuntamente, los contenidos que tienen que ver con las formas de construir la ciencia y de transmitir la experiencia y el conocimiento científico. Se remarca así su papel transversal, en la medida en que son contenidos que se relacionan igualmente con todos los bloques y que habrán de desarrollarse de la forma más integrada posible con el conjunto de los contenidos del curso.

Real Decreto 1631/2006 (anexo II. Ciencias de la naturaleza).

En segundo lugar, el conocimiento de cómo se han producido determinados debates que han sido esenciales para el avance de la ciencia, contribuye a entender mejor cuestiones que son importantes para comprender la evolución de la sociedad en épocas pasadas y analizar la sociedad actual.

Real Decreto 1631/2006 (anexo II. Contribución de la materia a la adquisición de las competencias básicas).

- Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de las ciencias de la naturaleza para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos tecnocientíficos y sus aplicaciones.

- Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.

- Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias de la naturaleza, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida.

Real Decreto 1631/2006 (objetivos ESO).

Actuación de acuerdo con el proceso de trabajo científico: planteamiento de problemas y discusión de su interés, formulación de hipótesis, estrategias y diseños experimentales, análisis e interpretación y comunicación de resultados. Búsqueda y selección de información de carácter científico utilizando las tecnologías de la información y comunicación y otras fuentes.

Interpretación de información de carácter científico y utilización de dicha información para formarse una opinión propia, expresarse con precisión y tomar decisiones sobre problemas relacionados con las ciencias de la naturaleza.

Reconocimiento de las relaciones de la biología y la geología con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente, considerando las posibles aplicaciones del estudio realizado y sus repercusiones.

Utilización correcta de los materiales e instrumentos básicos de un laboratorio y respeto por las normas de seguridad en el mismo.

Real Decreto 1631/2006 (contenidos 4.º ESO).

- d)** La presencia de las **valoraciones éticas y sociales** de los distintos avances de la biología, así como la valoración del trabajo científico y de los avances en este campo para el bienestar personal y social.

Se trata de otra característica destacada en la evolución de los currículos, consecuencia de los avances en los conocimientos biológicos.

Todos los avances de la biología influyen en la sociedad de manera importante y afectan al ciudadano de manera directa en muchas ocasiones. La formación en este área, con una importante actualización de sus contenidos, permitirá que los actuales alumnos lleguen a estar preparados para tener su propia opinión, fundamentada en criterios científicos, y puedan tomar decisiones fundamentadas en datos y hechos objetivos. Esto puede llegar a ser de gran utilidad para casos concretos como, por ejemplo, trasplantes, tratamientos genéticos, donación de órganos, uso de recursos naturales, cuidado del medio ambiente y otros.

En los ejemplos expuestos anteriormente (ver referencias en los apartados de «Reproducción asistida», «Biotecnología», «Evolución humana» y «Cambio climático») se observa como a partir del Real Decreto de 2000 aparecen contenidos relacionados con las valoraciones éticas y sociales de la biología, que se hacen más numerosos en los currículos de 2006. Además de estos ejemplos, se pueden destacar otras referencias:

*El trasplante de órganos. **Implicaciones éticas y sociales.***

Real Decreto 3473/2000 (contenidos 3.º ESO).

*Reconocer que en la salud influyen aspectos físicos, psicológicos y sociales, y valorar la importancia de los estilos de vida para prevenir enfermedades y mejorar la calidad de vida, así como **las continuas aportaciones de las ciencias biomédicas.***

Real Decreto 1631/2006 (criterios de evaluación de 3.º ESO).

- e)** El planteamiento de **currículos excesivamente extensos.**

Es cierto que en biología, al igual que en el conjunto de las ciencias experimentales, el conocimiento avanza muy deprisa y se diversifica rápidamente, pero uno de los peores errores en educación es el establecimiento de currículos planteados como listados enciclopédicos, para evitar las críticas relacionadas con la ausencia de determinados conocimientos.

Los contenidos de ciencias en las etapas obligatorias de secundaria deben estar enfocados a un aprendizaje significativo y socialmente relevante, y facilitar al profesorado una enseñanza del conocimiento científico contextualizado en el mundo que rodea a sus alumnos. Lo que permite una mayor actualización de los conocimientos, un enfoque más práctico de la asignatura y un mayor interés por el área, derivando en un menor abandono de los estudios posteriores de ciencias. Mientras que el enfoque propedéutico, de

preparación para una formación científica superior, debe corresponder a planteamientos curriculares de la Educación Secundaria Post-obligatoria (principalmente del Bachillerato).

5. Profesorado, formación y conocimientos

El informe TALIS revela que nueve de cada diez profesores han realizado alguna actividad de desarrollo profesional en los 18 meses previos a la encuesta, y que en España el porcentaje llega al 100 %, con una media de 26 días de participación, frente a los 15 de la media general. Aun así, el 61 % de los profesores españoles requería un mayor desarrollo profesional del que había tenido.

De entre las once áreas analizadas en el estudio TALIS, la «especialización en su asignatura» se encuentra en el quinto lugar en cuanto a los requerimientos de desarrollo profesional, con un porcentaje ligeramente superior al 15 %, y por detrás de la «enseñanza de alumnos con necesidades educativas especiales», las «TIC», los «problemas de disciplina» y las «prácticas de formación».

En España, tan solo un cinco por ciento de profesores refiere la necesidad de desarrollo en la «especialización en su asignatura».

Dado que TALIS se centra en profesores de Secundaria, que tienden a ser especialistas de su campo académico, podríamos suponer que, por regla general, los profesores se consideran bien formados en los contenidos propios de su asignatura, y que la actualización de conocimientos es algo que asumen como obligación personal y realizan de forma permanente. Pero, en todo caso, los resultados de la encuesta indican que este tipo de formación no es una de las mayores preocupaciones del profesorado.

Puesto que el nivel y la tasa de avance en los conocimientos de las distintas asignaturas son diferentes, sería revelador un análisis de estos datos que incluyera la asignatura impartida por el profesor encuestado, de forma que se pudiese realizar un estudio comparativo entre el profesorado de las distintas áreas sobre sus requerimientos en especialización de la asignatura; tal como se ha realizado con los perfiles de las prácticas docentes por asignatura.

¿Se darían diferencias significativas en estos requerimientos entre el profesorado de las distintas asignaturas? Y, en su caso, ¿coincidirían estas diferencias con las distintas tasas de evolución en los conocimientos de cada materia?

6. Bibliografía

Agustí, J. y Lordkipanidze D. (2005). *Del Turkana al Cáucaso. La evolución de los primeros europeos*. Adventure Press, National Geographic.

Ansele, M. (2009). *Los primeros euroasiáticos vienen a España*. Diario www.Publico.es

Arsuaga, J.L. (2004). *Así eran nuestros ancestros*. Adventure Press, National Geographic. Especial Evolución Humana: de África a Atapuerca.

Ballesteros, J.; Fernández Ruiz-Gálvez, M.E. (2007). *Bioteología y posthumanismo*. Ed. Aranzadi.

Banet E. (2007). *Nuevas enseñanzas mínimas para las ciencias de la naturaleza (biología y geología) en la ESO: ¿una reforma necesaria?* Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, n.º 53, pp.77-94.

Bellver Capella, V. (2000). *¿Clonar?: ética y derecho ante la clonación humana*. Ed. Comares.

Cavalier-Smith, T. (2004). *Only six kingdoms of life*. Proc. R. Soc. Lond. B 271: 1251-1262.

Cervera, J.; Arsuaga, J.L.; Bermúdez de Castro, J.M. y Carbonell, E. (1998). *Atapuerca. Un millón de años de historia*. Plot Ediciones; Editorial Complutense.

El País semanal. (1998). *La evolución de la especie humana*. El País semanal, 14 de junio de 1998.

- Fernández O. (2009). *La primera niña probeta cumple 25 años*. El Mundo, 9 de julio de 2009.
- Gadivia V. y Rodes M.J. (2007). *La biología y geología en el Real Decreto 1631/2006 que establece las enseñanzas mínimas en la educación secundaria obligatoria*. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, n.º 53, pp.65-76.
- Irwin, A.; Millen, J.; Fallows, D., y Aguiar González, F. (2004). *Sida global: verdades y mentiras. Herramientas para luchar contra la pandemia del siglo XXI*. Ed. Paidós Ibérica.
- LEY 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica. BOE núm. 159 (2007).
- Lynn Margulis y Karlene V. Schwartz (1985). *Cinco reinos. Guía ilustrada de los phyla de la vida en la Tierra*. Ed. Labor
- Miguel, V. –coordinador- (1994). *Avances en Ingeniería Genética*. Ed. Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Nájera, R. (1997). *Sida. Respuestas y orientaciones*. Ed. Aguilar.
- Nombela, C. (2006). *Vida humana diseñada «in vitro»*. Limitaciones técnicas y reservas éticas. Nueva Revista, nº 108.
- Real Decreto 1345/1991, de 6 de septiembre, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. BOE núm. 220 (1991).
- Real Decreto 3473/2000, de 29 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1007/1991, de 14 de junio, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la educación secundaria obligatoria. BOE núm. 14 (2000).
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. BOE núm. 5 (2006).
- Saéz Brezmes, M.J. –coordinadora- (2007). *La cultura científica en la escuela*. Ed. Universidad de Valladolid.
- Schleicher, A. (2009). El informe TALIS. Conclusiones de la Primera Evaluación Internacional sobre Enseñanza y Aprendizaje (documento básico). Fundación Santillana.
- Woese, Carl R.; Kandler, Otto, & Wheelis, Mark L. (1990). *Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya*. Proceedings of the National Academy of Sciences. Vol. 87. n.º 12. pp. 4576–4579.
- «<http://www.atapuerca.tv/>»
- «<http://www.cambioclimatico.com/>»
- «<http://www.greenpeace.org/espana/r-evoluci-n-renovable/>»
- «http://www.uam.es/personal_pdi/psicologia/cgil/primatologia/ApuntesT2_evolution_humana_2.pdf»