

los riesgos de las consecuencias de lo que producen. En otras palabras, la comunidad científica genera muy poca opinión científica, en buena parte debido a que no acostumbra a debatir en su seno este tipo de temas. Y si la comunidad científica no genera opinión científica, entonces difícilmente se generará opinión científica en la sociedad. A pesar de esta autocrítica, hay que reconocer que las cosas están cambiando entre los científicos, cada vez más concienciados de la necesidad de asumir los

retos de la comunicación.

Comunicarse de forma efectiva y honesta con el público debería, pues, ser un objetivo fundamental de los científicos —y, en particular, de los biólogos— en los próximos años. Ojalá que podamos celebrar la publicación del número 200 de *Encuentros en la Biología* y que para entonces estos retos de la comunicación se hayan superado positivamente.

## **ENSEÑAR BIOLOGÍA HOY EN LOS NIVELES OBLIGATORIOS O EL RETO DE UNA ENSEÑANZA MOTIVADORA PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN LOS TIEMPOS QUE CORREN**

Antonio M. Escámez Pastrana

*Profesor de Enseñanza Secundaria de Biología y Geología. IES Torre del Prado. Campanillas (Málaga).*

La enseñanza de la Biología en los niveles obligatorios constituye hoy día un reto para el profesorado de secundaria principalmente, que llega a traspasar lo puramente docente y alcanza matices de responsabilidad social. Se trata, ni más ni menos, de contribuir a la tan poco extendida «alfabetización científica» —«alfabetización biológica» en el caso que nos ocupa— de la ciudadanía, mediante el trabajo didáctico en las etapas formativas obligatorias: Educación Primaria (EP) y Educación Secundaria Obligatoria (ESO), que podrá tener su continuidad para los alumnos que elijan proseguir con la Educación Secundaria Post-obligatoria (Bachilleratos y Ciclos formativos).

Aunque el escenario educativo actual para la Biología es considerado por muchos agentes del proceso educativo como poco favorable o desalentador, en la experiencia del día a día sobresalen no pocas iniciativas innovadoras llevadas a cabo por el profesorado, como respuesta efectiva e imaginativa al contexto en el que desarrollan su labor.

El reto planteado no habría de parecer muy distinto del que se ha venido enfrentando la enseñanza de la Biología en las últimas décadas, pero si se analiza con más detenimiento la situación actual de esta enseñanza —y de la enseñanza de las ciencias en general en los niveles obligatorios— en España, las dimensiones de este reto son desde luego muy notables. Tanto, que para muchos profesores puede llegar a ser incluso causa de frustración o al menos de insatisfacción por aspirar a un trabajo bien hecho, muy difícil de alcanzar.

**La problemática de la enseñanza de la Biología en las etapas obligatorias.**

La problemática que afecta a la enseñanza de la Biología la integran múltiples factores: horario insuficiente para el adecuado desarrollo de la especialidad en la enseñanza obligatoria, profesorado que raramente posee una óptima formación didáctica inicial de su especialidad, desmotivación frecuente y escasa curiosidad científica del

alumnado, descoordinación habitual entre el profesorado del primer ciclo —generalmente maestros— con el de segundo ciclo de ESO —licenciados en Biología o Geología normalmente—, escasa implantación del constructivismo como marco teórico más relevante para el aprendizaje significativo de las ciencias, gran desconocimiento de los avances en la investigación didáctica y sus aplicaciones a la realidad docente, poca consideración hacia las ideas previas y a las «ideas alternativas» del alumnado, dificultad para contextualizar el conocimiento científico básico con los hechos de la realidad social y económica, fundamentados en aplicaciones científicas y/o tecnológicas; escasez de recursos para favorecer el aprendizaje, limitaciones para la organización de actividades prácticas y procedimentales —algo básico como el desdoble para la creación de grupos reducidos de prácticas es algo imposible en la mayoría de los Institutos— junto a los clásicos problemas generales y dificultades en el aprendizaje de las ciencias experimentales y los particulares de la Biología, que tienen que ver con su propia naturaleza y la complejidad del conocimiento biológico: para la adecuada comprensión de los fenómenos biológicos se deben asumir y manejar diversos conceptos científicos e incluso las interacciones entre ellos. A todo lo anterior se sumaría el, cada vez más generalizado en las aulas de nuestros centros, desfavorable clima de aprendizaje; no sólo consecuencia de las crecientes deficiencias de interés y motivación en el alumnado, sino también debido a las preocupantes alteraciones de la convivencia normalizada, que en ocasiones obstaculiza, para la mayoría, el derecho a un aprendizaje sosegado en un óptimo clima educativo.

A lo largo de la Educación Primaria y durante el primer ciclo de la Educación Secundaria (1.º y 2.º de ESO), la Biología se muestra a los alumnos integrada en la asignatura de Conocimiento del Medio en el primer caso y en la de Ciencias de la Naturaleza en el segundo. En ambos, con un tratamiento curricular amplio y generalista,

como no podría ser de otra forma teniendo en cuenta el desarrollo psicoevolutivo y la madurez intelectual del alumnado, al que se aporta una visión integradora de las ciencias.

En el caso del segundo ciclo de la ESO, hasta hace un par de cursos escolares, la Biología y Geología de 3.º ESO, aún siendo una especialidad diferenciada, no estaba separada de la Física y Química, con la que se evaluaba conjuntamente, pudiendo los departamentos responsables organizar las enseñanzas como estimaren oportuno: medio curso escolar para cada una o repartir las cuatro horas semanales de Ciencias de la Naturaleza entre ambas, dos horas para Biología y Geología y otras dos horas para Física y Química; pero de cuya evaluación conjunta el alumno obtendría una única nota. Esta organización de la enseñanza científica para este nivel ha estado vigente desde la implantación de la LOGSE hasta el curso escolar 2000-2001. Actualmente ambas son especialidades diferenciadas en el currículo y en la evaluación de su aprendizaje, con dos horas semanales para cada una. Por su parte la Biología y Geología actualmente es una optativa en 4.º de ESO con tres horas a la semana.

Ante esta situación, no es infrecuente que toda la Biología que una persona pueda llegar a conocer en su formación obligatoria, sea la que haya visto hasta 3.º ESO. Lo que parece objetivamente insuficiente en un mundo en el que las ciencias biológicas están aportando continuamente novedades en la comprensión de la Biosfera y en el progreso, el desarrollo y el manejo de los recursos naturales, algunas no exentas de controversia y polémica social: la biotecnología y transgenia, la clonación, las aplicaciones terapéuticas de las células madre, los priones, etc. Por su parte, si atendemos a la naturaleza de la ciencia como una actividad humana, como construcción social dinámica que permite la interpretación del mundo sometido a cambios continuos, no es nada desdeñable el papel que les correspondería a unos ciudadanos, no desde luego «analfabetos científicos».

Como quiera que el tratamiento curricular y organización de contenidos de la Biología atiende principalmente a procesos biológicos genéticos, evolutivos, ecológicos y de interacción del ser humano con el medio, en 4.º, y algo de biología celular y más de fisiología humana (nutrición, relación y coordinación y reproducción), en 3.º, no parece muy completa la Biología que pueden enseñar los biólogos en la Secundaria, quedando para las etapas anteriores todo el conocimiento biológico de la organización de los seres vivos, de la biodiversidad y la biosfera en general. Por tales razones, está muy presente la demanda de la revisión curricular y el aumento horario de la Biología y Geología en 3.º ESO hasta tres horas semanales y la calificación como troncal (no ya optativa) de la misma en 4.º, también con tres horas semanales, entendiendo que así se alcanzarían con éxito los interesantes objetivos propuestos en los Decretos oficiales sobre las enseñanzas en la Educación Secundaria Obligatoria. Pero

la problemática no es sólo de la cantidad de Biología que pueda aprenderse y cuál es la Biología que se aprende, sino también de la calidad de ese aprendizaje.

Habría que considerar aquí un debate que persiste latente. Por una parte parece esencial la enseñanza de una Biología básica en las etapas obligatorias sobre la que podrán apoyarse nuevos aprendizajes basados en esos conocimientos previos adquiridos —es decir Biología básica en la obligatoria y, en la posobligatoria, introducción de nuevos conceptos más complejos relacionados con los más recientes avances de la Biología—. También se asume la necesidad de que, en su formación obligatoria, los ciudadanos adquieran la suficiente capacidad científica para tomar decisiones y responder positivamente las cuestiones y problemáticas de su vida cotidiana: la problemática ambiental, la de sus hábitos alimentarios y de consumo, la de los comportamientos no saludables y de higiene, etc. Además, como es lógico, el referente legislativo es de obligado cumplimiento (véase el más reciente en Andalucía para la ESO, Decreto 148/2002). Por tanto, es necesario preguntarse si es posible incluir todos estos condicionantes en nuestra enseñanza de la Biología en las etapas obligatorias con su organización actual.

En este complejo panorama de la enseñanza de la Biología, los propios docentes tienen su propia contribución. Por ejemplo, en lo relativo a determinadas deficiencias, aunque conocidas, se reincide en ellas reiteradamente. Algunas tienen que ver con el tradicional déficit de cultura didáctica del profesorado de Biología. Es el caso de la escasísima repercusión de las conclusiones en la investigación de la Didáctica de las Ciencias Experimentales y de la Didáctica de la Biología en particular, sobre la práctica docente. Por citar lo más inmediato, existe una infinidad de recursos de gran interés de libre acceso en Internet y una extensísima bibliografía fácilmente consultable (desde luego las referencias y resúmenes y en muchísimos casos los textos completos) en bases de datos como ERIC o EBSCO, o revistas con versión electrónica como *Journal of Biological Education*, *American Biology Teacher*, *Cell Biology Education* o *Biochemistry and Molecular Biology Education*, por poner algunos ejemplos concretos, además de las clásicas internacionales *Science Education* o *Journal of Research in Science Teaching*, las españolas *Enseñanza de las Ciencias*, *Alambique*, *Investigación en la Escuela*, *Aula de Innovación Educativa*, *Eureka*, *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, o la iberoamericana *Revista iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*; junto a una importante producción nacional e internacional de títulos y *handbooks*, sobre teoría, metodología e investigaciones aplicadas, principalmente en el área de la Didáctica de las Ciencias Experimentales en general, disponible en las bibliotecas universitarias de las Facultades de Educación, pero raramente en las de Ciencias o Biología y, desde luego, prácticamente ausente en las bibliotecas de los Institutos

de Secundaria.

### **Una enseñanza motivadora.**

Frente a las dificultades están siendo cada vez más frecuentes determinadas propuestas imaginativas del profesorado, algunas fomentadas por la propia administración educativa y otras con un origen más singular que grupal, que persiguen una enseñanza motivadora de la Biología e intentan dar respuesta a las expectativas que se esperan de su aprendizaje. En el camino, se ha recurrido a distintas fórmulas de perfeccionamiento: en unos casos a una especialización didáctica en la formación o, en otros, a la formación a través de acciones formativas puntuales, grupos de trabajo o proyectos de innovación educativa.

Para ello se ha aprovechado el importante papel de la Biología en la Educación en Valores Positivos para el ser humano y en las enseñanzas transversales como Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS) o Educación para la Salud (ES). También la repercusión en la práctica diaria de tendencias como la Investigación-Acción, frecuentemente relacionadas con el tratamiento de la transversalidad.

Sin pretensión de exhaustividad baste mencionar las experiencias de Ecoauditorías escolares o Ecoescuelas, como un excelente marco para la Investigación-Acción y la conexión del aprendizaje con las realidades más cercanas al alumnado, en un contexto transversal o proyectos innovadores como el tratamiento práctico de la Biología mediante resolución de problemas y experiencias en el laboratorio o la integración de valores como la coeducación, la paz y la solidaridad, que están permitiendo aplicar técnicas de trabajo en equipo, cooperativo, constructivo, responsable y solidario. En estas experiencias, el profesor de Biología aparece como mediador en la construcción de significados y el alumno como un agente activo del aprendizaje. Por su parte, y en su calidad de profesor-investigador, éste contribuye a mejorar no sólo su actividad docente, la adaptación de la misma a la realidad de su alumnado y su propio

contexto, sino que contribuye igualmente a mejorar la calidad educativa en general y a explorar nuevos caminos educativos muy necesarios en la actualidad.

En definitiva, se trata de iniciativas nada desdeñables en el panorama actual de la enseñanza de la Biología en las etapas obligatorias, que tienen en cuenta en el proceso de enseñanza/aprendizaje el desarrollo psicoevolutivo del alumnado, consolidando en él el conocimiento biológico básico, consecuencia de una «cultura de la Biología», como cultura científica en la construcción de conocimientos e interpretaciones del mundo, que va más allá de la mera aplicación del «método científico» como procedimiento infalible, diseñado sobre pautas que deben seguirse escrupulosamente para la resolución de los problemas planteados.

Pero tampoco puede olvidarse el campo de las actitudes, donde lo frecuente es que la conciencia, a la que ha contribuido el proceso de enseñanza/aprendizaje, (por ejemplo una conciencia proambiental como la del uso sostenible de los recursos naturales) no suele coincidir con el comportamiento (por ejemplo un comportamiento poco proambiental como consumidor de recursos y alimentos, energía o transporte), a veces por obstáculos en la propia persona —que habrán de ser superados mediante el trabajo educativo— y otras veces por obstáculos en el contexto vital de las personas —la persona tiene conciencia y predisposición a un comportamiento positivo que no ejerce por ser demasiado complicado en su medio habitual: ¿quién renuncia a limitar su consumo frente a todo lo que ofrece el sistema, sólo por ser coherente con su propia conciencia?—.

Al fin se trataría de reducir la distancia entre la conciencia derivada del conocimiento adquirido para poder interpretar la problemática vital en la que vive inmerso el individuo y la colectividad de la que forma parte, así como el comportamiento en la materialización de las respuestas efectivas ante tal problemática.

Agradezco al profesor Aurelio Cabello, su lectura comentada de este artículo.

---

## **TENDENCIAS EN LAS «ÓMICAS» DE PLANTAS**

---

**Concepción Avila Sáez**

*Profesor Titular, Departamento de Biología Molecular y Bioquímica, Universidad de Málaga.*

---

El avance de la Genética Molecular y Celular y el poder de las tecnologías de la información ha permitido que la genómica, junto con la bioinformática, estén generando catálogos completos de todos los genes, además de su localización y función. Este avance de la ciencia ha sido exponencial en los últimos 30 años.

Las aproximaciones tradicionales para aislar genes de plantas implicaban la utilización de técnicas moleculares y genéticas, incluyendo la prospección de genotecas, clonación basada en la homología y el mapeo, así como la selección de mutantes fisiológicos y de desarrollo. La mayoría de estas estrategias experimentales van

encaminadas a la caracterización de un sólo gen y su aislamiento es un prerrequisito para llevar a cabo cualquier estudio posterior. Con echar un vistazo a las últimas publicaciones en Biología Molecular de plantas podemos darnos cuenta de que este enfoque está cambiando. Cada vez es más frecuente arrancar un proyecto de investigación con una secuencia de ADN encontrada en una base de datos. Se pueden identificar nuevos genes por búsqueda directa en las bases de datos en virtud de su similitud con genes conocidos, una aproximación bioinformática análoga a la prospección de una genoteca usando hibridación con sondas de ácidos