

# La diversidad genética en los textos escolares de 4º ESO

Fuentes Silveira, M. J., García Barros, S. y Rivadulla López, J. C.

*Departamento de Pedagogía y Didáctica. Universidad de A Coruña.*

[m.j.fuentes@udc.es](mailto:m.j.fuentes@udc.es)

## RESUMEN

Se pretende conocer los aspectos relativos de la diversidad genética que incluyen seis editoriales de 4º ESO, tanto en el texto como en las actividades. Para el análisis se empleó un dossier de ideas clave descriptivas y explicativas. Respecto al ámbito descriptivo se consideró la identificación de la variabilidad en una población, su beneficio en el ecosistema, su relación con el tamaño poblacional y la influencia de las sociedades humanas al crear variedades por selección tradicional y artificial. Respecto al ámbito explicativo consideramos la respuesta interpretativa a los aspectos mencionados.

Los resultados nos indican que la presencia de la diversidad genética, en el texto y en las actividades, se asocian principalmente a los mecanismos que generan dicha diversidad y a su función, tanto en el ámbito descriptivo como explicativo. Además, la mayoría de las actividades se dirigen hacia la reproducción de la información presente en el libro.

**Palabras clave:** diversidad genética, textos, secundaria.

## MARCO TEÓRICO

En la enseñanza de las ciencias el concepto de biodiversidad encierra especial relevancia, pues es un concepto inclusivo que se relaciona con diferentes campos, como la taxonomía, genética, evolución, y ecología. Por ello, la enseñanza debe insistir en las diferentes dimensiones del concepto y además atender a la influencia de las sociedades humanas en el mantenimiento o destrucción de la biodiversidad, para desarrollar el espíritu crítico en los ciudadanos (Carew y Mitchell, 2006).

En este sentido, el currículo oficial incluye esta problemática en las diferentes materias correspondiente al área de ciencias naturales en la Educación Secundaria Obligatoria, contemplando, implícita o explícitamente, los diferentes niveles de diversidad biológica -específica, genética, de ecosistemas- y la diversidad cultural (Fuentes Silveira, García Barros y Martínez Losada, 2008). En este trabajo, por razones de espacio, nos centraremos en la diversidad genética presente en los textos escolares.

Los libros de texto son los materiales didácticos más empleados en las aulas, por lo que tienen una gran influencia en la enseñanza (Márquez, 2002; Perales y Jiménez, 2002; Campanario, 2003). Sin embargo no siempre realizan un adecuado tratamiento de los temas, (Carrasquer, 2001) por ello su análisis resulta de gran interés para la enseñanza de las ciencias, sobre todo cuando el tema, como es el caso de la biodiversidad, puede asociarse a diferentes tópicos. En este sentido, Martínez Bernat y García Gómez (2009), consideran que, en las diferentes editoriales analizadas de 4ºESO, no aportan una base

conceptual, procedimental y axiológica en relación a la conservación de la diversidad biológica.

La selección de los contenidos científicos para la educación obligatoria, debe tomar como referente la ciencia escolar (Sanmartí, 2002). Esta se caracteriza, no solo por la descripción de la realidad, sino también por la introducción de un marco teórico explicativo, asequible a las capacidades del alumnado. Concretamente, en el caso de la biodiversidad, en el ámbito descriptivo se considera la identificación de la variabilidad fenotípica y/o genotípica en una población, el beneficio de la diversidad genética en el ecosistema así como la relación del tamaño de la población para su mantenimiento. Además la población humana debe percibirse integrada en su medio reconociéndose su influencia en la diversidad genética, pues ha creado y crea variedades por selección tradicional y genética. Por otra parte el ámbito explicativo podría dar respuesta a cuestiones como: ¿Cuáles son los procesos que generan variabilidad? ¿Por qué es importante la diversidad genética en una población? ¿Por qué son más diversas las poblaciones con mayor número de individuos? ¿Cómo se explican los efectos producidos por las especies transgénicas en la biodiversidad?

Para responder a estas preguntas es necesario movilizar el concepto de diversidad genética, generada por reproducción sexual y mutación, que constituye el motor de la evolución, pues sobre ella actúa la selección natural. Esto hace posible la adaptación a un medio cambiante, siendo el tamaño de la población importante, pues garantiza la viabilidad de la población y por tanto dicha adaptación. Además es necesario conocer que las poblaciones humanas, a lo largo de los tiempos, han aumentado la variabilidad al crear variedades. No obstante, el cultivo de las especies transgénicas puede provocar riesgos ambientales como es la transferencia accidental de genes a plantas silvestres.

El aprendizaje de los contenidos científicos demanda el uso de actividades ya que permiten a los estudiantes construir o “reconstruir” el mundo a través de observarlo, interpretarlo, comprenderlo y transformarlo (Quintanilla, Rodríguez y Romero, 2008). A lo largo de los años han surgido diferentes maneras de clasificar las actividades (García Barros, 2001), lo que nos señala su gran variedad, siendo una clasificación especialmente útil, aquella que se basa en la finalidad de las mismas en función de su situación en el proceso de enseñanza. Así se reconocen las relativas: a la exploración, en donde el alumnado expresa sus ideas previas y/o realiza el análisis de situaciones concretas; a la introducción de nuevos puntos de vista, cuya finalidad consiste en establecer nuevas relaciones, variables, etc.; a la síntesis, donde los estudiantes pueden sistematizar y estructurar el conocimiento y a la generalización en las que se produce la aplicación de los conocimientos a otras situaciones (Sanmartí, 2002). La práctica de estas actividades de forma cíclica y en progresiva complejidad permite revisar el modelo construido al relacionarlo con nuevas situaciones.

## **OBJETIVOS**

Basándonos en lo indicado, se intenta conocer los aspectos concretos relacionados con la diversidad genética que incluyen los libros de 4º ESO, tanto en el texto como en las actividades; así como las características de éstas últimas. Además se pretende averiguar si los textos escolares atienden equilibradamente al ámbito descriptivo y al explicativo.

## **METODOLOGÍA**

Se analizan los textos de 4º curso de la educación secundaria. Se elige este curso, pues en él se estudia específicamente temas de genética (currículo RD. 133/2007). En

concreto, la diversidad genética se ha analizado en diferentes temas que presentan los textos en el siguiente orden: célula-genética-evolución-ecología

El análisis se realizó en el texto escrito de seis editoriales de amplia implantación (Santillana=A, Oxford=B, Sm= C, Vicens-Vives=D, Anaya=E y Xerais=F) y un total de 28 actividades en las que se trata aspectos relativos a la diversidad genética. Cada una de ellas se identificará en lo sucesivo por la letra de la editorial a la que pertenece y el tema en donde aparece –celular (c), genético (n), evolutivo (v) y ecológico (e)-, con un superíndice que representa la identificación de la actividad. Sirva de ejemplo: Ac<sup>1</sup>: actividad presente en la editorial A (Santillana), localizada en el tema celular y se le asigna el número 1.

Para la realización del análisis, tanto del texto escrito como de las actividades, se empleó un dossier de ideas clave (ver tabla 1), que se elaboró tomando como base el marco teórico expuesto anteriormente. Concretamente, se incluyen cuatro ideas clave que atienden a: 1) la diversidad genética en la población; 2) su función en el ecosistema; 3) la importancia del tamaño de la población en la variabilidad y 4) la influencia de las sociedades humanas en la diversidad genética. En cada una de ellas se contempla el ámbito descriptivo y explicativo.

También se analizó a qué tipo de actividad correspondían las 28 actividades seleccionadas empleándose la clasificación basada en la finalidad de las mismas (Sanmartí, 2002), aunque con pequeñas ampliaciones, debido al análisis previo de las mismas (ver tabla 2). Concretamente se incluyó otro tipo de actividades dirigidas a la reproducción de la información presente en el texto.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación con la diversidad genética podemos decir que todas las editoriales recogen tanto a nivel descriptivo como explicativo la existencia de diversidad en una población y su función en el ecosistema. Los temas en los que se incluyen estas ideas son evolución (todas las editoriales), genética (principalmente la mutación que se localiza en todos los textos) y en el estudio de la célula presentes en dos editoriales. Más concretamente apreciamos que todas las editoriales recogen la existencia de variabilidad dentro de una población (ámbito descriptivo) y los procesos que la producen: reproducción sexual que incluye el proceso meiótico y la mutación (ámbito explicativo), (idea clave nº 1). Un ejemplo de todo ello puede observarse en:

*“Existen pequeñas diferencias o variaciones entre los individuos de una misma especie. Estas pueden afectar, por ejemplo, al tamaño, la coloración o la habilidad para obtener el alimento. La mayoría de estas variaciones son heredables”* (Editorial C)

*“Existe una gran variabilidad entre los individuos de una población que presentan determinados caracteres heredables”* (Editorial F)

*“Las mutaciones generan variaciones hereditarias (...). La reproducción sexual genera variabilidad debida a la recombinación génica que ocurre durante la meiosis y a la unión al azar de los gametos durante la fecundación”* (Editorial A)

*“Por otro lado, se investigaron las causas de la variabilidad que existe en las poblaciones: La reproducción sexual, que hace aparecer combinaciones de genes distintos a los progenitores. La recombinación genética, que se produce durante la meiosis. Las mutaciones que provocan cambios rápidos en los genes.”*(Editorial B)

Las editoriales A y F incluyen actividades relacionadas con la idea clave 1 desde la perspectiva descriptiva.

*¿Cuál es la finalidad de la meiosis?* (Editorial A)

Además todas las editoriales, salvo la B, presentan actividades en relación al ámbito explicativo, concretamente en relación a las causas que generan la diversidad genética (A, D, E y F) y/o bien a algún proceso que genera dicha variabilidad (A, C y F).

*“¿Qué mecanismos generan variabilidad?” (Editorial D)*

*“Cuáles son las causas de la variabilidad genética de las poblaciones?” (Editorial F)*

*“(…) Explica cómo esta experiencia muestra que las mutaciones son el origen de la diversidad de los seres vivos” (Editorial C)*

Todas las editoriales recogen la función de la diversidad en relación al proceso evolutivo (idea clave nº 2) tanto a nivel descriptivo como explicativo. Se presenta una muestra de ello:

*“La variabilidad influye de manera decisiva en la capacidad de las poblaciones para superar una determinada presión de selección. Cuantas más variaciones hereditarias para un carácter se hayan generado al azar en una población, mayor será la capacidad de superar la presión de selección.” (Editorial A)*

*“La variabilidad genética aumenta las posibilidades de supervivencia de una especie determinada debido a que produce una mayor variedad en sus individuos (...). Así, los individuos (...) pueden presentar un carácter que les puede suponer en un momento determinado una ventaja para su supervivencia” (Editorial E)*

Tres editoriales (A, D y E) recogen actividades en relación a esta idea, centradas en el ámbito explicativo. En los citados libros escolares se incluyen cuestiones de carácter general y otras más específicas relacionadas sobre todo con la mutación. Sirva de ejemplo:

*“Por qué es tan importante mantener la diversidad genética de los organismos?” (Editorial D)*

*“¿Pueden tener las mutaciones alguna ventaja para los seres vivos?” (Editorial E)*

La importancia que tiene para la diversidad genética que el número de individuos en la población sea alto (idea clave 3), no es considerada por ninguna editorial; En cambio prácticamente todas recogen el aspecto explicativo de la idea nº 4 relativo a los riesgos medioambientales producidos por el cultivo de especies transgénicas en el tema de ecología (ver tabla 1). Cabe destacar que si bien las editoriales tratan la biotecnología tradicional y moderna, en ninguna se relaciona ni se explicita esta creación de variedades producidas por las sociedades humanas con el aumento de la diversidad. En el ámbito explicativo todas las editoriales, salvo la B, se centran en las consecuencias ecológicas derivados de productos transgénicos, tal como mostramos con los siguientes ejemplos:

*“Pérdida de diversidad genética: las plantas transgénicas pueden invadir ecosistemas naturales y desplazar a las plantas autóctonas; El “salto”, de forma accidental, de los genes transferidos a otras especies silvestres” (Editorial C)*

*“Existe una gran controversia sobre los efectos ambientales (...) de los alimentos transgénicos (pérdida de diversidad (...)). La posibilidad de transferencia de los genes insertos en los organismos transgénicos puede dar lugar a la contaminación genética de otras especies de plantas silvestres” (Editorial F)*

Prácticamente ningún texto aborda los aspectos socioeconómicos, solamente la editorial E alude a una razón social en la utilización de los alimentos modificados genéticamente.

*“Uno de los principales problemas de la sociedad actual es la suministración de alimentos a una población mundial en continuo crecimiento” (Editorial E)*

Así mismo, todas las editoriales excepto la B proponen actividades centradas en las consecuencias ecológicas derivadas del cultivo de productos transgénicos. Presentamos a modo de ejemplo:

“¿Por qué pueden provocar los monocultivos transgénicos pérdida de biodiversidad?”  
(Editorial A)

“Comenta las ventajas y desventajas para el medio ambiente que puede tener un cultivo transgénico resistente a una plaga” (Editorial C)

Finalmente, cabe destacar que, aunque todas las editoriales, salvo la B, presentan alguna actividad en relación a la diversidad genética e independientemente del contenido al que se asocia, la mayoría buscan la reproducción de la información aportada por el texto. Sin embargo, seis actividades introducen nuevos puntos de vista y tres promueven la síntesis o la aplicación del conocimiento a otros contextos. Dichas actividades corresponden a las editoriales A y E y las incluyen en los temas de genética y/o evolución (ver tabla 2).

Tabla 1.

La presencia de la diversidad genética en los diferentes temas presentes en los textos escolares

Ideas clave		Editorial						Actividades
		A	B	C	D	E	F	
Ámbito descriptivo	1º. Los individuos de una población son diferentes fenotípica y/o genotípicamente	v	v	v	v	v	v	Ac <sup>1</sup> , An <sup>5,6</sup> , Fn <sup>1</sup>
	2º. Las poblaciones más diversas tienen más posibilidades de sobrevivir frente a los cambios.	v	v	v	v, c	v	v, n	
	3º. Las poblaciones grandes suelen ser más diversas fenotípica y genotípicamente que las poblaciones pequeñas.							
	4º. Las sociedades humanas influyen en la diversidad genética por selección natural (control de cruzamientos) y artificial (producción de transgénicos).							
Ámbito explicativo	1º. Los individuos de una población son diferente fenotípica y/o genotípicamente debido a	v c	v	v	v c n	v	v	Av <sup>11</sup> , Dv <sup>3</sup> , Ev <sup>4</sup> , Fv <sup>3</sup>
	La reproducción sexual							
	La mutación	n v	n v	n v	n v	n v	n v	An <sup>7</sup> , Av <sup>11</sup> , Cn <sup>3</sup> , Dv <sup>3</sup> , Ev <sup>4,5</sup> , Fv <sup>3</sup>
	2º. Las poblaciones más diversas tienen más posibilidades de sobrevivir... porque en ellas hay individuos con características “ventajosas” frente a los cambios.	v	v	v	v c	v	v	An <sup>2</sup> , Av <sup>8,12,13</sup> , Dv <sup>3</sup> , De <sup>7</sup> , En <sup>1</sup> , Ev <sup>5,6,8,9</sup>
	3º. Las poblaciones grandes suelen ser más diversas... porque tienen más posibilidades de mutación y de intercambio genético..							
Las sociedades humanas influyen en la diversidad genética...	n		n	n	n	n	n	An <sup>3,4</sup> , Cn <sup>2</sup> , Dn <sup>1,2</sup> , En <sup>2,3</sup> , Fn <sup>2</sup>
Debido a razones socioeconómicas								
Esto tiene consecuencias en el medio que se explican con el conocimiento ecológico.								

Nota. Identificaciones de las abreviaturas.

Editoriales: **A** (Santillana); **B** (Oxford); **C** (Sm); **D** (Vicens-Vives); **E**:(Anaya) y **F**: (Xerais)  
Temas: **c** (celular); **n** (genético); **v** (evolutivo) y **e** (ecológico).

Identificación de actividades. Cada actividad se nombra por la editorial, el tema y un superíndice

Tabla 2.

Clasificación de las actividades en relación a la diversidad genética en función de su finalidad

Exploración	Introducción de nuevos puntos de vista	Reproducción de la información del texto	Síntesis	Generalización -aplicación
Dn <sup>2</sup>	An <sup>6</sup> , Av <sup>13</sup> Dv <sup>3</sup> ; En <sup>3</sup> , Ev <sup>8,9</sup>	Ac <sup>1</sup> , An <sup>2,3,4,5,7</sup> , Av <sup>8,11</sup> Cn <sup>2</sup> Dn <sup>1</sup> , De <sup>7</sup> En <sup>1,2</sup> , Ev <sup>4,5</sup> Fn <sup>1,2</sup> , Fv <sup>3</sup>	Ev <sup>6</sup>	Av <sup>12</sup> Cn <sup>3</sup> ,
1	6	18	1	2

En términos generales, los resultados aportados muestran que el tratamiento de la diversidad genética se fundamenta en procesos moleculares, es decir, en las causas que la generan (recombinación genética y mutación) y en como ésta, gracias a los mecanismos anteriores, proporciona a la población la capacidad de evolucionar. Sin embargo, el tratamiento de la diversidad en relación a los temas de ecología está prácticamente ausente en los libros escolares a pesar de su importancia, pues ello posibilita reconocer la influencia de la diversidad genética en el mantenimiento de las poblaciones en un medio caracterizado por el continuo cambio.

Por otra parte, los resultados también muestran un cierto reduccionismo en el tratamiento de los alimentos transgénicos pues se centran, principalmente, en las consecuencias ecológicas, obviando el ámbito socioeconómico e incluso la propia aportación de estas especies a la diversidad genética; aspectos necesarios para proporcionar un tratamiento más amplio e integral sobre este asunto.

Cabe señalar que todavía son escasos los estudios centrados en el tratamiento que las editoriales españolas hacen de la biodiversidad. Los resultados de este trabajo complementan, hasta cierto punto, el realizado por Martínez Bernat y García Gómez (2009) profundizando y concretando las deficiencias, especialmente aquellas que ponen de manifiesto la escasa interrelación entre los distintos ámbitos de estudio (genética, ecología y socio-economía).

## CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

En los libros de 4ºESO el tratamiento de la diversidad de genes se centra, tanto en el texto como en las actividades, en los procesos que generan variabilidad y su función en el ecosistema, atendándose tanto al ámbito descriptivo como explicativo.

Ninguna editorial alude a la importancia que tiene para la “conservación” de la diversidad genética el número adecuado de individuos en la población.

La biotecnología tradicional y moderna es tratada en todos los textos, aunque no se menciona que la creación de variedades contribuye, de alguna manera, al aumento de la diversidad. Por otra parte, y a pesar de que los riesgos ecológicos derivados del cultivo de especies transgénicas es tratado por casi todos los libros de texto, casi ninguna editorial hace referencia a las relaciones socioeconómicas.

Los libros, tanto en el texto declarativo como en las actividades, incluyen el estudio de la diversidad de genes principalmente en los temas de genética y evolución, encontrándose prácticamente ausente en ecología.

Las actividades dirigidas al estudio de la diversidad genética demandan mayoritariamente la reproducción de la información recogida en el texto.

Como todo análisis de textos escolares se detectan sus luces y sus sombras. Así se puede considerar muy positivo la preocupación mostrada por las distintas editoriales por

el tratamiento de la biodiversidad desde la perspectiva genética y evolutiva, pues no solo se incluye en el texto declarativo sino también en las actividades de enseñanza. Éstas además no se limitan a exigir al alumno una mera descripción de los hechos/fenómenos sino la explicación de los mismos. Sin embargo consideramos que deberían mejorarse algunos aspectos. Nos referimos concretamente a la necesidad de que desde los temas de ecología, que en todos las editoriales analizadas se sitúan después de los correspondientes a genética-evolución, se retomen aspectos relacionados con la diversidad genética en el seno de la población, tratándose la relación que existe entre su tamaño y la diversidad genética, así como su influencia en el mantenimiento de dicha población en un medio cambiante.

Así mismo, se echa en falta una mayor preocupación por la derivación socioeconómica del uso de los transgénicos, omitida sistemáticamente, salvo alguna excepción, por las editoriales. El interés educativo de la relación C/T/S/A (ciencia/tecnología/sociedad y ambiente), concretamente el interés de que se favorezca la comprensión justificada y crítica de la compleja relación entre la sociedad, el medio ambiente y la sostenibilidad, es incuestionable y el tema de los transgénicos propicia claramente este aspecto.

Por último, respecto a las actividades cabe destacar que si bien invitan mayoritariamente a la justificación científica, éstas generalmente se realizan reproduciendo la información aportada en el texto, siendo escasas aquellas más exigentes que permiten hacer síntesis o aplicación de los conocimientos a nuevos contextos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Campanario, J. M. (2003). De la necesidad, virtud: cómo aprovechar los errores y las imprecisiones de los libros de texto para enseñar física. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (1), 161-172.

Carew, A. y Mitchell, C. (2006). Metaphors used by engineering academics in Australia for understanding and explaining sustainability. *Environmental Education Research*, 12 (2), 217-231

Carrasquer Zamora, J. (2001). *Análisis del concepto ecológico de descomponedores en la enseñanza secundaria*. Tesis doctoral, Universidad de Zaragoza.

Currículo RD. 133/2007, del 5 de julio derivado de la LOE. DOG, 13 de julio de 2007.

Fuentes Silveira, M. J., García Barros, S., y Martínez Losada, C. (2008). La presencia de la diversidad en los currículos oficiales. Un estudio comparativo. En Universidad de Almería (Ed) *XXIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 1176-1186). Almería: Universidad de Almería.

García Barros, S. (2001). ¿Qué hacemos habitualmente en las actividades prácticas? ¿Cómo podemos mejorarlas? En Varios (Ed.), *Trabalho Prático e Experimental na EducaÇao em Ciências*(pp. 43-61). Braga: Departamento de Metodología da EducaÇao. Instituto de EducaÇao e Psicologia. Universidade do Minho.

Ibarra Murillo, J. y Gil Quílez, M. J. (2009). Uso del concepto de sucesión ecológica por alumnos de secundaria: la predicción de los cambios en los ecosistemas. *Enseñanza de las Ciencias*, 27 (1), 19-32.

Martínez Bernat, F. J. y García Gómez, J. (2009). Análisis del tratamiento didáctico de la biodiversidad en los libros de texto de Biología y Geología en Secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 23, 109-122.

Márquez, C. (2002). *La comunicación multimodal en l'ensenyament del cicle de l'aigua*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona.

Perales, F. y Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3), 369-386.

Quintanilla, M., Rodríguez, E. y Romero, M. (2008) Las tecnociencias en un mundo globalizado. Algunas reflexiones para una nueva cultura docente y ciudadana de las finalidades de la ciencia. *XIV Congreso Nacional y III Iberoamericano de Pedagogía* (pp. 405-414).

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.