

# Niveles de complejidad en el desarrollo del concepto de biodiversidad en libros de texto de la escuela secundaria de Argentina

Laura Carolina Nolli y Gonzalo Miguel Angel Bermudez

lauranolli@hotmail.com, gonbermudez@yahoo.com.ar

Cátedras de Didáctica General y Especial, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Avenida Vélez Sársfield 1611, XGCA5016. Córdoba, Argentina.

*Resumen*— En el presente trabajo se analizó la transposición didáctica del concepto de biodiversidad en 46 manuales de Ciencias Naturales/Biología de Argentina con los objetivos de: (a) analizar la presencia y tratamiento de la diversidad biológica que se realiza en los libros de texto, y (b) establecer niveles de complejidad en el tratamiento del contenido que realizan los manuales a través de enfoques cuanti- y cualitativos. Para el tratamiento estadístico de los datos cuantitativos se realizaron pruebas Chi-cuadrado y análisis de componentes principales (ACP), cuyos resultados permiten señalar que los manuales escolares tienden a representar el concepto de biodiversidad con el de diversidad específica. Por otro lado, se realizó un agrupamiento cualitativo de los manuales en base a la inclusión o exclusión de contenidos y al alcance conceptual del tratamiento de la biodiversidad, con lo que se delimitaron niveles de complejidad. El grupo de libros que resultó presentar el concepto de biodiversidad de forma más compleja coincide con lo indicado por el ACP, destacándose por explicitar correctamente cada componente o atributo de la biodiversidad, desarrollando y acompañando los conceptos con ejemplificaciones.

**Palabras clave:** *Transposición didáctica, biodiversidad, manuales escolares, alcance del contenido, niveles de complejidad.*

## INTRODUCCIÓN

Chevallard (1991), en su libro “La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado” reconoce la existencia de un conjunto de pasos por el que un objeto de saber se transforma en objeto de enseñanza; es decir, la transposición didáctica en sentido amplio (*sensu lato*). También define que las adaptaciones que experimenta un objeto a enseñar, que se presenta en los diseños curriculares, para convertirse en objeto de enseñanza en una planificación de unidad, se corresponden con la transposición en sentido estricto (*stricto sensu*).

Para Chevallard (1991), el sistema educativo está integrado por una esfera de personas que “piensan sobre la educación” e integran la *noosfera*; es decir, padres, órganos políticos educativos, asociaciones docentes y especialistas de las distintas disciplinas. Este sistema está en equilibrio con la *noosfera* si se cumplen dos condiciones: primero, que el *saber enseñado* sea visto por los científicos como suficientemente cercano al *saber sabio*, hecho que legitima el proceso educativo como proyecto social; y, segundo, que el *saber enseñado* esté alejado de lo que saben los padres de los estudiantes. Cuando lo anterior no ocurre, el saber se desgasta en un sentido *biológico*, ya que lo que se enseña es viejo en relación a la ciencia, y *moral*, debido a que no representa un cambio frente a las generaciones precedentes.

El trabajo con la transposición resulta clave para el didacta ya que “permite recapacitar, tomar distancia, (...) poner en cuestión las ideas simples, desprenderse de la familiaridad engañosa de su objeto de estudio. En una palabra, lo que permite ejercer su vigilancia epistemológica” (Chevallard, 1991, p. 16). En los últimos años, las investigaciones en esta línea han tomado a los libros de texto de las distintas disciplinas como material de estudio privilegiado. Sin embargo, debemos reconocer que el fenómeno de transposición no debe reducirse a los contenidos presentes en éstos sino que se construyen en las mismas aulas (Bosch y Gascón, 2006). Para la enseñanza de la Biología, los estudios sobre manuales escolares han puesto énfasis en la descripción de errores para temas de genética molecular, de salud, de evolución biológica, y en las características de las ilustraciones sobre procesos biogeoquímicos. También han sido investigadas las tareas indicadas para los alumnos, tales como las prácticas de argumentación y de experimentación en el laboratorio.

En estudios realizados con libros de texto de Argentina (Bermudez y De Longhi, 2012; Nolli et al, 2013) y de España (Bermudez et al., 2013, 2014) se

09, 10 y 11 de octubre. General Roca. Río Negro. Argentina

XI Jornadas Nacionales y VI Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología

“Afianzando el vínculo entre la formación del profesorado, la investigación en didáctica de las ciencias y la innovación en las aulas”

encontró una multiplicidad de definiciones de la biodiversidad, con un fuerte predominio de reducción a la idea de número de especies (riqueza), poniendo en evidencia su des-actualización tanto desde el punto de vista “experto” como político. Este proceso de “envejecimiento biológico”, en términos de la teoría de la transposición didáctica (Chevallard, 1991), alerta a la comunidad docente sobre los contenidos presentes en los libros de texto, su uso para determinar el alcance o profundidad en el tratamiento de un tema, y sobre las posibles visiones deformadas de ciencia y del trabajo científico ecológico. Por otro lado, en los manuales de España hemos hallado altos porcentajes de inconsistencia en el tratamiento de la biodiversidad debido a confusiones terminológicas en sus componentes, la presencia de definiciones contradictorias o al considerar la pérdida de un componente no explicitado en la conceptualización. Estos resultados señalan la necesidad de una urgente actualización y adecuación *externa e interna*: ‘externa’ en cuanto a que deberían acortarse las distancias con las producciones de la “comunidad de expertos”; e ‘interna’ en el sentido de lograr un grado superior de coherencia en el desarrollo temático. Ampliar el ámbito de la noción de biodiversidad permitiría recuperar mayor cantidad de referentes cotidianos y generar una visión más crítica sobre el entorno actual y pasado.

En cuanto a la biodiversidad, su definición más difundida en el ámbito político y los medios de comunicación es la dada en el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), que fuera firmada el 5 de junio de 1992 en Río de Janeiro (Brasil). En ésta se la describe como aquella constituida por todos los organismos terrestres y acuáticos (incluyendo los animales, las plantas y los microbios) a todas las escalas; es decir, desde la diversidad genética dentro de las poblaciones, a la diversidad de especies, a la diversidad de comunidades a lo largo de los paisajes. Sin embargo, en el ámbito científico, investigaciones más recientes han ampliado el concepto de biodiversidad a la riqueza, composición, abundancia relativa, interacciones y distribución espacial de genotipos, especies, comunidades, grupos funcionales y unidades de paisaje (Díaz et al., 2006). La pérdida de la diversidad biológica, generalmente medida por el ritmo de extinción de especies o categorías taxonómicas superiores, es uno de los problemas ambientales más urgentes en la actualidad (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Esto se debe a que alrededor del 43% de la superficie terrestre del planeta ha sido perturbada, y su vegetación original convertida en hábitats antropogénicos. Como consecuencia, las tasas de extinción en este siglo se estiman en más de dos

órdenes de magnitud superiores a las basales (Pereira et al., 2010).

Los objetivos de este trabajo son: (a) analizar la presencia y tratamiento de la diversidad biológica que se realiza en libros de texto de la escuela secundaria de Argentina, y (b) establecer niveles de complejidad en el tratamiento del contenido que realizan los manuales a través de enfoques cuanti- y cualitativos.

## METODOLOGÍA

La metodología de investigación consistió en analizar la transposición didáctica del concepto de *biodiversidad* presente en 46 manuales de texto de Ciencias Naturales/Biología de Argentina de los cuales 10 pertenecen al polimodal y el resto al EGB3 de la escuela secundaria. Los libros provienen de 13 editoriales diferentes: Aique, A-Z, Estación Mandioca, Estrada, Kapeluz, Longseller, Maipue, Pearson Educación, Puerto de Palos, Santillana, SM, Thomson Learning y Tinta Fresca y fueron editados entre 1994 y 2013.

Para el análisis se utilizó como herramienta de trabajo una grilla adaptada de la ya validada por Bermudez et al (2014), que presenta categorías y sub-categorías para el tratamiento de los conceptos presentes en los libros de texto. Se registró, como variable respuesta cuantitativa, la presencia explícita, implícita o ausencia de cada una de las categorías presentes en la grilla de análisis. La presencia implícita se definió, para este trabajo, por un lado; en los casos en que el contenido se trate en el manual pero fuera del desarrollo conceptual de *biodiversidad*, por ejemplo, los tipos de “interacciones” entre diferentes organismos normalmente no se relaciona con el concepto ecológico de interés en los libros analizados; y por otro lado, se interpretó como presencia implícita aquellos conceptos que se explicaban relacionados con la biodiversidad pero no se definían explícitamente, por ejemplo: “Una de las acciones negativas del ser humano sobre el ambiente consiste en introducir especies foráneas o exóticas, sin medir las consecuencias que pueda provocar sobre las especies nativas de una región...” (1.Adragna, EST.2013). En este caso se hace referencia a la ‘composición de especies’ en un determinado ecosistema pero sin definir directamente el concepto.

De cada ítem de la grilla utilizada se transcribieron citas textuales para el tratamiento cualitativo de los datos, ya sea para el trato directo o indirecto definido anteriormente. Los tratamientos estadísticos de los datos obtenidos se realizaron a través de tablas de contingencia, con la prueba Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ), mediante la utilización del programa Infostat (Universidad Nacional de Córdoba, versión 2012).

Los resultados se expresaron como porcentajes y se dispusieron de tablas de contingencia donde se disponen las frecuencias absolutas de cada valor. Para el rechazo de la hipótesis nula en base a las frecuencias esperadas se tomaron criterios de significancia como  $p \leq 0.05$ . Se realizó además un análisis de componentes principales (ACP) (Infostat, versión 2012) para determinar un nuevo conjunto de variables que nos permitan distinguir, según criterios válidos, aquellos manuales escolares que presenten la conceptualización de biodiversidad más completa (en cuanto al número de componentes y atributos tratados) y compleja (relaciones establecidas entre los mismos). La finalidad de realizar este tipo de análisis estadístico es la reestructuración y síntesis de variables con la menor pérdida de información.

## RESULTADOS

La conceptualización de la biodiversidad estuvo presente en un 69.6 % de los manuales escolares analizados (Tabla 1), no habiendo diferencias entre los correspondientes al Ciclo Orientado y al Básico. En cambio, la conceptualización de la biodiversidad con sus tres componentes (genético, específico y ecosistémico) se presentó en una minoría de los libros de texto (sólo un 28.3 %).

Categorías de análisis	Ausencia	Presencia	$X^2$	$p$
Conceptualización	30.43	69.57	7.04	0.008
Trilogía de la biodiversidad	71.74	28.26	8.70	0.003

Tabla 1. Distribución de frecuencias relativas (en porcentaje) para la conceptualización de la Diversidad Biológica y la Trilogía en libros de Argentina.

Las diferentes categorías de análisis de los componentes y atributos de la biodiversidad se muestran en la Tabla 2. La conceptualización de la diversidad específica se encontró en un 47.8 %, siendo superior a los porcentajes de ocurrencia de los componentes genético y/o ecosistémico (28.3 % y 26.1 %, respectivamente). Estos resultados refuerzan lo expresado anteriormente sobre el hecho de que los libros de texto tienden reducir el concepto de biodiversidad al nivel específico (Bermudez y De Longhi, 2012, Bermudez et al, 2013,2014; Nolli et al, 2013).

Categorías de análisis	0	1	2	$p$
1. Genotipos/Poblaciones	50.00	21.74	28.26	0.049
2. Especies	23.91	28.26	47.83	0.107
3. Comunidades /Ecosistemas	50.00	23.91	26.09	0.056
4. Trilogía de la biodiversidad	-	-	-	-

5. Paisajes	93.48	6.52	0.00	<0.001
6. Grupos funcionales	95.65	4.35	0.00	<0.001
1. Riqueza	30.43	41.30	28.26	0.510
2. Abundancia relativa	63.04	28.26	8.70	<0.001
3. Composición	76.09	21.74	2.17	<0.001
4. Rango	100.0	0.00	0.00	NP
5. Interacciones	50.00	50.00	0.00	>0.999
6. Distribución espacial	95.65	2.17	2.17	<0.001

Tabla 2. Distribución de frecuencias relativas (en porcentaje) para las categorías de análisis correspondientes a la conceptualización de la Diversidad Biológica en libros de texto de Argentina. En cursiva: valores de “p” marginalmente significativos ( $p \leq 0.10$ ). NP: no procesable.

Con respecto a los componentes “Paisajes” y “Grupos Funcionales”, no se presentaron casos en los que se los trate con el desarrollo de biodiversidad o en los que hayan sido correctamente conceptualizados. Su presencia en los libros de texto fue menor a lo esperado por azar ( $p < 0.001$ ).

En relación a los atributos analizados, se encontró una diferencia notoria en el desarrollo explícito del término “Riqueza” 28.3 % ( $p > 0.10$ ) en relación a los otros conceptos (Tabla 2). Por ejemplo, el texto “Pol.Bombara,PP.2001” explica: “Una medida de la biodiversidad es el índice de diversidad, que sirve para caracterizar a las comunidades y ecosistemas y que abarca dos aspectos fundamentales: 1) la riqueza de especies, es decir el número de especies que componen la comunidad (...)”. El desarrollo implícito de las “Interacciones biológicas” fue tan frecuente como su ausencia en los libros de texto; sin embargo, ningún manual conceptualizó al componente como parte de la biodiversidad.

Por otro lado, el “Rango” y la “Distribución espacial” fueron los atributos menos nombrados, estando el primero completamente ausente de los manuales escolares. La “Distribución espacial” se desarrolló sólo en dos manuales; en uno de forma indirecta: “La amplitud de su distribución geográfica. Cuanto mayor sea la distribución de una especie, estará más “a salvo”. Por ejemplo, el caso del ciervo se los pantanos, que vive en la Argentina, pero también lo encontramos en los llanos venezolanos” (1b.Barderi,SAN.2011) y en otro, de forma explícita: “Disposición Espacial: Es la manera en que los individuos de una población se ubican en el espacio. Básicamente se reconocen tres patrones generales de disposición de los individuos en el espacio: distribución aleatoria, distribución uniforme y distribución agregada.” (3.Bassarsky, KPZ.2005). En relación con la “Abundancia Relativa”, ésta fue omitida de los libros de texto el 63.0 % de las veces, pero en los

casos en lo que se presentó, se desarrolló de modo indirecto al mostrar gráficos con las proporciones de seres vivos conocidos en el planeta.

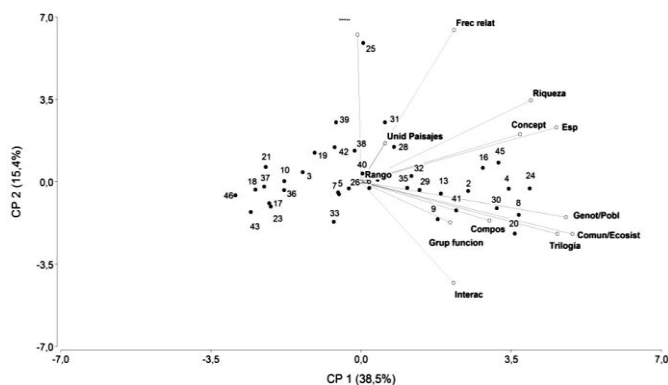


Figura 1. Gráfico del análisis de componentes principales para las variables (círculos blancos) y libros de texto (círculos negros) estudiados.

Por otro lado, los resultados del ACP (Figura 1) arrojan resultados que se ajustan e integran lo obtenido en la prueba Chi-cuadrado, ya que los componentes de la biodiversidad más correlacionados con su conceptualización fueron las especies, las poblaciones, las comunidades y el atributo riqueza. Los “Grupos funcionales”, la “Composición” y las “Interacciones” fueron variables con un “peso” menor en el porcentaje de variación explicada (correlacionadas con el Componente –Comp- 2). Además, se encontró un amplio rango en la distribución de los manuales a lo largo del Comp 1, siendo los libros identificados con los números 4, 8, 16, 20, 24, 30 y 45 los mayormente relacionados con las variables analizadas.

- 1) Sin la Presencia de la conceptualización de la biodiversidad.
  - a. Sin ningún concepto de la grilla desarrollado.
  - b. Con algunos conceptos desarrollados de forma aislada pero sin la explicación del tema en cuestión.
- 2) Presencia de la conceptualización de la Biodiversidad.
  - a. Simple: El concepto de biodiversidad explicada sólo desde el punto de vista “específico” y de forma indirecta.
  - b. Complejo: Se explica el concepto desde la diversidad específica y algún otro nivel (genético o ecosistémico, nunca juntos) y atributos como riqueza y abundancia relativa indirectamente.
- 3) Manuales que presentan los mismos

contenidos presentes en el nivel “Complejo” del nivel anterior, pero con el desarrollo de conceptos de forma explícita.

4) Presencia de la trilogía (Biodiversidad explicada a nivel genético, específico y ecosistémico).

a. Simple: Sólo se nombran los tres niveles de biodiversidad y algún atributo (riqueza o abundancia relativa) de forma implícita.

b. Complejo: Atributos de forma explícita, ejemplificaciones y explicaciones más complejas.

Tabla 3. Niveles de complejidad en el tratamiento del contenido de la diversidad biológica de los manuales escolares de Argentina.

Por otro lado, luego del registro de citas de cada manual, se realizó un agrupamiento cualitativo de los diferentes libros basada en criterios de inclusión o exclusión de contenidos. La separación conformó cuatro principales grupos con sub-categorías según la profundidad del tratado de cada concepto (Tabla 3).

El agrupamiento cualitativo de los manuales que derivó de la Tabla 3 coincidió con los resultados del ACP (a través de un análisis cuantitativo) (sector derecho de la Figura 1). De este modo, los libros identificados como 4 (1.Carreras,PP.2000), 8 (1.Aletti,SAN.2000), 16 (1.Adragna,EST.2013), 20 (2.Adami,KPZ.2010), 24 (2.Bassarsky,KPZ.2005), 30 (1.Franco,SAN.2012) y 45 (2.Aletti, SAN.2000) son los que se posicionaron en la categoría más compleja (4b). En general, estos manuales se destacan por explicitar correctamente cada componente o atributo de la biodiversidad desarrollado, y por acompañar con ejemplos adecuados (Tabla 4).

*“El término biodiversidad, es una acepción amplia, significa diversidad biológica y se utiliza para diferenciar la cantidad y variedad de organismos que posee un ecosistema.*

*Para comprender la importancia de conservar la biodiversidad hay que tener en cuenta que la existencia de toda la vida hoy en la Tierra es la consecuencia de la evolución de la naturaleza a lo largo de cientos de millones de años y que, cuando desaparece una forma de vida, es imposible que vuelva a surgir.*

*No obstante, los científicos, cuando hablan de diversidad, lo hacen analizando diferentes puntos de vista.*

**Diversidad genética**

Dentro de una población determinada existe variación genética, es decir, no todos los individuos de una población tienen exactamente los mismos genes, o sea, no son clones\*.

**FIGURA 1:** El maíz, cuyo nombre científico es *Zea mays*, fue domesticado entre 5.000 y 10.000 años a.C. y aunque se trata de una única especie, actualmente se pueden reconocer cientos de variedades que se diferencian en su composición genética.

### **Diversidad de especies**

La manera más simple y frecuente de expresar la diversidad de especies (o riqueza) es hacerlo en términos de la cantidad de especies que viven en una determinada región. Los científicos también utilizan el término de diversidad taxonómica, que tiene en cuenta el parentesco entre los individuos y la forma en que estos se agrupan en categorías o taxones de acuerdo con sus similitudes. Si, por ejemplo, en un lago conviven cinco especies de peces y dos de anfibios, se dice, según este concepto, que ese lago tiene mayor diversidad taxonómica (peces y anfibios: dos categorías) que uno que tiene siete especies de peces pero ningún anfibio (una categoría).

### **Hábitat y nicho ecológico**

La diversidad está relacionada con el ambiente. En aquellos ecosistemas donde se verifica una gran disponibilidad de hábitats diferentes se observa una mayor diversidad de organismos.

El hábitat es el lugar físico del ecosistema donde viven los organismos que están adaptados a las condiciones que ofrece ese sitio. De manera que las características de una determinada especie están íntimamente relacionadas con las características de hábitat en que vive. Por ejemplo, las plantas adaptadas a suelos secos tienen hojas pequeñas para evitar la pérdida de agua por transpiración.

El nicho ecológico de una especie constituye, en general, la manera en que los organismos realizan todas sus actividades. Por ejemplo: la forma de alimentarse, el lugar que elige como refugio, cómo interactúa con otras especies, etc.

A partir del concepto de nicho ecológico se puede entender por qué es posible que en un hábitat determinado puedan convivir muchas especies, cada una de ellas especializada en explotar su ambiente en manera diferente, o sea, teniendo distinto nicho ecológico.

**FIGURA 2:** La Selva Misionera presenta una gran cantidad de especies de picaflores y,

aunque todas se alimentan de néctar, cada una está especializada en flores de diferentes especies de plantas. Esta especiación se refleja en la forma de sus picos, adaptados a la longitud y forma para poder extraer el néctar de sus flores preferidas. Es decir, tienen distinto nicho ecológico.”

Tabla 4. Extracto del manual 24 (2.Bassarsky,KPZ.2005), correspondiente al nivel de mayor complejidad en el tratamiento de la biodiversidad.

### **CONCLUSIONES**

En Argentina, los manuales de texto analizados representan el concepto de biodiversidad con el de diversidad específica, y pocas veces prestan atención a la trilogía de la biodiversidad. Esto podría influir negativamente el proceso de conceptualización por parte de los estudiantes, por lo que se recomienda a los docentes la cuidadosa elección y vigilancia epistemológica de los manuales de texto para identificar las visiones incompletas y/o desactualizadas del concepto de biodiversidad. Por último, recomendamos los libros de texto señalados con el código 4, 8, 16, 20, 24, 30 y 45 para trabajar la diversidad biológica la escuela media.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Jiménez Aleixandre, M. P. (1991). Cambiando las ideas sobre el cambio biológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 9 (3),248-256.
- Bermudez, G. M. A. y De Longhi, A. L. (2012). Análisis de la Transposición didáctica del concepto de biodiversidad. Orientaciones para su enseñanza. En: Molina, A., Martínez, C. A. y Gallego, O. (Eds.) *Algunas aproximaciones a la investigación en educación en enseñanza de las ciencias naturales en América Latina* (pp. 115-153). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Bermudez, G. M. A., De Longhi, A. L., Díaz, S. y Gavidia, V. (2013). Tratamiento de la biodiversidad en los textos escolares de la educación secundaria en España. Memorias del 9 Congreso Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias. Enseñanza de las Ciencias realizado en Girona del 9 al 13 de septiembre de 2013: 370-375.
- Bermudez, G. M. A., De Longhi, A. L., Díaz, S. y Gavidia, V. (2014). El concepto de diversidad biológica en libros de texto de la educación secundaria española. En prensa en *Enseñanza de las Ciencias*.

- Bosch, M. y Gascón, J. (2006). 25 años de Transposición Didáctica. En: Ruiz-Higueras, L., Estepa, A., García, F. J. (Orgs.) *Sociedad, Escuela y Matemáticas. Aportaciones de la teoría Antropológica de lo Didáctico* (pp. 385-406). Jaén: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén.
- Chevallard, I. (1991). *La Transposición Didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin III, F.S. y Tilman, D. (2006). Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS Biology* 4, 1300–1305.
- Millennium Ecosystem Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being*. London: Island Press.
- Nolli, L. C., Bermudez, G. M. A., De Longhi, A. L., Díaz, S. (2013). La conceptualización de la diversidad biológica en libros de texto de EGB3 de Argentina. En: Plaza, M. V. (Ed.) *IV Encuentro de Innovadores Críticos*. E-book. CABA. Córdoba: ADBIA. Pp: 24-27.
- Pereira, H. M., Leadley, P. W., Proença, V., Alkemade, R., Scharlemann, J. P., Fernandez-Manjarrés, J. F., y Walpole, M. (2010). Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science*, 330(6010), 1496-1501.