

# Comunicaciones Orales

---

Tema II: Núcleos estructurantes de la Biología:  
propuestas innovadores para temáticas clásicas

**PLASTICIDAD NEURONAL: UN NÚCLEO ESTRUCTURANTE PARA LA  
ENSEÑANZA DE LA ASIGNATURA BIOLOGÍA HUMANA  
EN LA CARRERA DE PSICOLOGÍA**

*Eduardo Audisio, Graciela Lavinia, María Paola Acosta, Noelia Prieto*

Cátedra de Estructura Biológica del Sujeto I, Facultad de Psicología,  
Universidad Nacional de Rosario.

[eadisio@unr.edu.ar](mailto:eadisio@unr.edu.ar)

---

**RESUMEN**

Este trabajo pertenece a un proyecto en curso que se ocupa del desarrollo de estrategias innovadoras para la enseñanza y el aprendizaje de contenidos biológicos en la carrera de Psicología de la UNR. Como propuesta didáctica se planificó una actividad en torno al tema plasticidad neuronal. El mismo se constituyó en un núcleo estructurante para el desarrollo de la asignatura Biología Humana, y permitió integrar conocimientos pertenecientes a los distintos niveles de organización biológica. Los estudiantes realizaron búsquedas bibliográficas en bases de datos científicos y repensaron críticamente la importancia de los contenidos biológicos para su formación como futuros profesionales psicólogos.

**INTRODUCCIÓN**

Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto “Aportes teóricos e innovaciones didácticas para la enseñanza de la Biología en la carrera de Psicología de la UNR” (PSI 199), radicado en la cátedra Estructura Biológica del Sujeto I (Biología Humana), perteneciente al segundo año de la mencionada carrera.

El marco teórico de esta investigación se sustenta en una concepción constructivista del aprendizaje, y la búsqueda se orienta a lograr innovaciones didácticas emergentes (Libedisnky, 2001).

El problema que originó esta investigación fue la falta de motivación de los alumnos hacia el estudio de materias con contenidos biológicos, basada en una supuesta falta de relación de las mismas con la futura práctica profesional. Con el propósito de superar este obstáculo se seleccionaron temas para organizar las actividades en el aula, tendientes a establecer relaciones entre la biología y la psicología.

En este trabajo el tema elegido fue la plasticidad neuronal, que se puede definir como “la capacidad que tiene el tejido neuronal de reorganizar, asimilar y modificar los mecanismos biológicos, bioquímicos y fisiológicos, implicados en la comunicación intercelular, para adaptarse a estímulos recibidos” (Bayona, 2012: 98). Los principales procesos implicados en estas modificaciones son, entre otros, los cambios en la fuerza y el número de las sinapsis, y la generación de nuevas neuronas. Durante el siglo XX predominó una concepción estática del sistema nervioso, especialmente con respecto a la vida adulta de los sujetos. La plasticidad quedó reservada al desarrollo de los circuitos neurales en los primeros años de vida. Recién comenzó a abrirse un nuevo camino con los estudios publicados a partir los años setenta por Erik Kandel acerca de los mecanismos celulares de la plasticidad sináptica (Kandel, 2007), y con la confirmación experimental de la neurogénesis en el cerebro del humano adulto cuando ya terminaba el siglo (Kempermann y Gage, 1999). Hoy se comprende que el cerebro puede cambiar a lo largo de toda la vida, lo que permite la posibilidad de aprender nuevas habilidades y establecer nuevas memorias.

## DESARROLLO

Como propuesta didáctica se planificó una actividad en torno al tema neuroplasticidad. Luego de desarrollarlo en clases teóricas y de su retrabajo en clases prácticas, se propuso a los alumnos que, trabajando en grupos, eligieran alguna cuestión o problemática donde pudieran poner en relación la plasticidad neuronal y la psicología. A partir de ese momento, las actividades se desarrollaron en dos pasos: a) búsqueda de información por parte de los alumnos y la elaboración de un trabajo escrito breve; y b) puesta en común en el aula, momento en el cual los grupos expusieron sus principales conclusiones. Los docentes orientaron a los estudiantes para que eligieran un asunto que fuera propicio para poner en relación a la neuroplasticidad con su futuro ejercicio profesional. Por ejemplo, algunos de los temas trabajados fueron: trastornos del aprendizaje, neurorehabilitación de pacientes con enfermedades degenerativas del sistema nervioso o con un accidente cerebro vascular, relación entre la plasticidad neuronal y la psicoterapia. Además, se instruyó a los alumnos para que realizaran la búsqueda de bibliografía a través de las bases de datos científicas, como alternativa complementaria a la bibliografía detallada en el programa de la asignatura.

A través del desarrollo del trabajo los estudiantes pudieron comprender los procesos fisiológicos subyacentes al aprendizaje y a la memoria. Además, relacionaron a la plasticidad neuronal con la prevención de enfermedades y con la promoción de la salud. Si bien trabajaron diversas patologías donde incluyeron los conocimientos sobre el tema, algunos estudiantes presentaron dificultades para poder relacionar el rol del psicólogo con el tratamiento de las secuelas de dichos trastornos.

El tema de neuroplasticidad resultó ser un núcleo estructurante para el estudio de la asignatura. En primer término, el conocimiento acerca del mismo requiere del estudio de la estructura y la fisiología de la neurona, el cual brinda una buena oportunidad para integrar contenidos propios de la biología molecular y celular: las biomoléculas en sus funciones de neurotransmisores y receptores; la membrana biológica participando en la recepción, conducción y transmisión de las señales, con la intervención de los distintos mecanismos de transporte; la membrana de las células gliales en la formación de las vainas de mielina; la expresión de genes inducidos por la estimulación ambiental; la transcripción y la traducción relacionadas con la expresión génica; la forma celular y el transporte axonal vinculados a las funciones del citoesqueleto; y muchos otros procesos. En segundo lugar, el sistema nervioso se vincula con los otros sistemas del organismo, como regulador de las diversas estructuras que se ponen en juego en la vida de relación y de aquellas que tienen que ver con las funciones vegetativas. Especialmente con el endocrino, el otro gran regulador, y de estos dos con el sistema inmunitario, relaciones que resultan especialmente relevantes para la psicología ya que permiten explicar las vinculaciones entre los estados emocionales y los mecanismos de defensa. En tercer término, la neurogénesis remite a los conceptos principales del desarrollo ontogénico, especialmente a la diferenciación celular.

Pero seguramente, la nueva concepción dinámica del sistema nervioso durante toda la vida es el aspecto más relevante para considerar a la neuroplasticidad como un núcleo estructurante de la biología para una carrera de Psicología. En este sentido, un abordaje muy interesante de esta cuestión se realiza en el libro *A cada cual su cerebro. Plasticidad neuronal e inconsciente* de Ansermet y Magistretti (2007). En el mismo, los autores proponen un encuentro entre el psicoanálisis y las neurociencias, a partir de considerar que la experiencia deja una huella, una huella mnémica y una huella sináptica. Se constituyen estos dos conceptos en un punto de intersección entre dos campos disciplinares que en principio resultan inconmensurables.

## CONCLUSIONES

Las actividades realizadas resultaron ser motivadoras para los alumnos y resultaron innovadoras de las prácticas y de las concepciones consolidadas. Por un lado, los estudiantes pudieron integrar muchos contenidos de la asignatura Biología Humana y, además, repensar críticamente sus vinculaciones con las futuras prácticas profesionales. Por otro, se adiestraron en la búsqueda de bibliografía en las bases de datos científicas, costumbre que no resulta habitual en los estudiantes de grado. Finalmente, se podría afirmar que se comprobó la importancia de la neuroplasticidad como un núcleo estructurante de los distintos niveles de estudio de la biología humana, que pone de relieve la importancia de la cultura y las relaciones sociales en la constitución del sujeto a la largo de su historia de vida. Si las distintas experiencias de la vida van dejando huellas en el sistema nervioso, entonces cada cerebro adquiere una estructura propia, participando la plasticidad en la emergencia de la singularidad del sujeto. En consecuencia, este tema podría constituirse en un vínculo propicio para relacionar a las ciencias biológicas con las disciplinas del campo social.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ansermet, F. y Magistretti, P. 2007. *A cada cual su cerebro. Plasticidad neuronal e inconsciente*. Buenos Aires: Katz.
- Bayona, E., Bayona-Prieto, J. y León-Sarmiento, F. 2011. Neuroplasticidad, neuromodulación y neurorehabilitación: tres conceptos distintos y un solo fin verdadero. *Salud Uninorte. Barraquilla (Col.)*, 27(1): 95-107.
- Kandel, E. 2007. *En busca de la memoria. El nacimiento de una nueva ciencia de la mente*. Buenos Aires: Katz.
- Kempermann, G. y Gage, F. 1999. Regeneración de las células nerviosas en adultos. *Investigación y Ciencia*, 274: 14-19.
- Libedinsky, M. 2001. *La innovación de la enseñanza*. Buenos Aires: Paidós.

---

## LA INFLUENCIA DE LA GESTIÓN ESCOLAR Y EL GÉNERO DE LOS ESTUDIANTES EN EL CONOCIMIENTO DE LAS ESPECIES ANIMALES DE CÓRDOBA

*Luisina Valeria Battistón<sup>1</sup>, María Constanza García Capocasa<sup>1</sup>, Gonzalo Miguel Angel Bermudez<sup>1,2</sup>\*, Ana Lía De Longhi<sup>1</sup>, Sandra Díaz<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup> Cátedra de Didáctica General y Especial, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFYN), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina.

<sup>2</sup> CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Argentina.

<sup>3</sup> Cátedra de Ecología de Comunidades y Ecosistemas, FCEFYN, UNC.

[gbermudez@com.uncor.edu](mailto:gbermudez@com.uncor.edu)

---

### RESUMEN

Se evaluó el conocimiento sobre especies animales nativas en estudiantes de nivel medio de escuelas públicas y privadas de la provincia de Córdoba (con orientación en Ciencias Naturales, n=338) con un cuestionario para completar una lista de diez espacios con dichas especies. Encontramos que los varones nombraron mayor cantidad de especies que las mujeres. Según el estatus de las mismas (nativas/exóticas/domésticas) se encontró que tanto la gestión como el sexo fueron factores significativos, siendo las alumnas y alumnos de escuelas privadas quienes nombraron más especies nativas, y que los estudiantes de escuelas públicas mencionaron mayor número de especies domésticas.

### INTRODUCCIÓN

Los ecólogos usaron por primera vez el término “diversidad biológica” para referirse a tres niveles de expresión: el genético (intraespecífico), de especies y ecológico (de comunidades). La integración de estos niveles en el concepto de biodiversidad fue rápidamente aceptada, llegando a ser conocida como la “trilogía de la biodiversidad”. En la actualidad encontramos nuevas y más complejas definiciones de la diversidad biológica. Quizá la más difundida sea la expresada por la Convención sobre la Diversidad Biológica, que la define 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.

En Argentina, las clases medias y altas han priorizado en las últimas décadas la elección de escuelas privadas para sus hijos, mientras que las escuelas públicas son mayormente concurridas por clases medias empobrecidas y populares (Cervini, 2002). Sumado a lo anterior, en el ámbito de la enseñanza de la Biología, un creciente número de estudios dan cuenta de la dificultad de los estudiantes de escuela primaria o secundaria para reconocer y nombrar las denominadas “especies nativas” (Campos et al., 2012). En éstos se ha descrito el centrismo en especies “animales amigables” como los grandes mamíferos, especialmente aquellos con apariencia, inteligencia o comportamientos similares a los humanos, y en “plantas atractivas”, con flores grandes, coloridas y perfumadas, o con frutos comestibles y atractivos.

En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue analizar los factores institucionales y de género que influyen los conocimientos de especies de animales nativos de estudiantes de escuela media de la provincia de Córdoba.

## **METODOLOGÍA**

Se elaboró un cuestionario semi-estructurado en el que se pidió a los alumnos, entre otras preguntas, que completaran con especies de animales nativos una lista de diez espacios en blanco numerados. El instrumento fue aplicado en 2011 a un muestreo intencional de catorce (14) cursos de escuela secundaria, correspondientes al ciclo de especialidad (actualmente Ciclo Orientado) de escuelas públicas (8) y privadas (6) con orientación en Ciencias Naturales en la provincia de Córdoba, con un total de 338 alumnos encuestados. En estos cursos, y de acuerdo a los Lineamientos Curriculares provinciales, el tema biodiversidad es de tratamiento obligatorio en 4° y 6° año, además de que puede ser objeto de enseñanza en materias de la especialidad, como Problemática Ambiental, Ecología, etc. Los cuestionarios fueron respondidos por los alumnos en los horarios de materias relacionadas con la temática del mismo (por ejemplo, Biología, Ecología, etc.) en presencia de al menos uno de los autores del presente trabajo. El tiempo dado a los estudiantes para contestar el cuestionario completo (que incluyó otras preguntas) fue de un módulo (dos horas cátedra). Luego de recolectar los datos, se identificaron los nombres científicos y otros vernáculos de las especies animales mencionadas, además de su estatus de especie: nativa (original de Argentina), exótica (original de otros países), introducida (especie exótica que vive en Argentina), mixta (contiene especies tanto nativas como exóticas) y doméstica (mascotas y animales de granja). También se clasificó a las especies en nativas o exóticas teniendo en cuenta la provincia de Córdoba como criterio geográfico. Se tuvo en cuenta tanto el género de los estudiantes como el tipo de gestión de la escuela (pública o privada) como factores que pueden explicar la variación de las especies mencionadas. El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante la prueba de prueba Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para tablas de contingencia (datos categorizados) y con Modelos Lineales Generalizados Mixtos (MLGM) (datos continuos) con el programa Infostat (Universidad Nacional de Córdoba, versión 2012). Para el análisis MLGM, los cursos fueron considerados como efectos aleatorios, la gestión escolar y el sexo de los alumnos como efectos fijos (con interacción), y una distribución binomial de errores (datos proporcionales) y una función de identidad de vínculo de tipo “Logit”. Las variables no-significativas fueron identificadas por su valor de p para la prueba de Wald ( $p < 0.05$ ) y fueron eliminadas del modelo. Este procedimiento fue reiterado hasta obtener el modelo con menor valor de AIC (Criterio de Akaike). El procedimiento general de análisis de datos fue realizado según lo indicado por Bermudez et al. (2012) y por Campos et al. (2012). Los resultados se expresaron como frecuencias relativas y la significancia como \* ( $p \leq 0.05$ ), \*\* ( $p \leq 0.01$ ) y \*\*\* ( $p \leq 0.001$ ).

## **RESULTADOS**

La Tabla 1 muestra el ranking de las primeras diez especies más mencionadas, encontrándose el Puma, el Cóndor y el Perro en los primeros tres lugares. En cuanto al número total de especies mencionadas por cada alumno, los varones nombraron más animales que las mujeres, independientemente de la gestión de la escuela a la que asistieron (Tabla 2). Teniendo en cuenta el estatus de dichas especies se encontró que tanto la gestión como el sexo fueron factores significativos en la distribución de frecuencias (Tabla 2). Por ejemplo, para el caso de las especies nativas, la interacción entre gestión y sexo fue significativa, siendo las alumnas y alumnos de escuelas privadas quienes nombraron más especies nativas. En el caso de las especies domésticas, se observó que sólo fue significativa la gestión escolar, siendo las escuelas públicas las que nombraron un mayor número de especies domésticas (Tabla 2). En relación con la identidad de las especies animales se pudo ver que, dentro de las nativas, las más mencionadas fueron el Puma (mayormente nombrado en las escuelas privadas) y el

Cóndor (siendo las mujeres de escuelas privadas quienes más lo citaron) (Tabla 3). En cuanto a las especies domésticas, el Perro y la Paloma fueron más nombrados en las escuelas públicas, a diferencia del Conejo, que fue nombrado mayormente por las alumnas de escuelas públicas (y en igual medida por los varones y mujeres de las escuelas privadas) (Tabla 3).

**Tabla 1.** Frecuencias de mención y estatus de las primeras diez especies de animales nombradas por alumnos de los últimos tres años de la escuela secundaria, asistentes a escuelas públicas y privadas de Córdoba.

Ranking de mención	Especie	Estatus	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
1	Puma	Nativa	68	20.9
2	Cóndor	Nativa	26	8.0
3	Perro	Doméstica	22	6.8
4	Quirquincho	Nativa	19	5.8
5	Zorro	Nativa	18	5.5
6	Liebre	Introducida	11	3.4
7	Vizcacha	Nativa	11	3.4
8	Burro	Doméstica	10	3.1
9	Iguana	Nativa	10	3.1
10	Gato montés	Nativa	7	2.2

**Tabla 2.** Modelo Lineal Generalizado Mixto para la frecuencia relativa de especies animales mencionadas y su estatus según la gestión escolar y el sexo de los alumnos. Referencias: V= Varón; M= Mujer; Pri= Privada; Pub= Pública. n= 338 alumnos. \* Significativo con  $p \leq 0.05$ , \*\*\* significativo con  $p \leq 0.001$ .

Frecuencia de	Factores					
	Efecto	Media $\pm$ D.E.	Coeficiente	D.E.	T	P
Respuestas	Sexo (V > M)	0.80 $\pm$ 0.04 > 0.73 $\pm$ 0.05	0.41	0.11	3.55	***
Especies nativas	Gestión x Sexo (Pri M; Pri V; Pub V; Pub M)	0.71 $\pm$ 0.04; 0.67 $\pm$ 0.04; 0.63 $\pm$ 0.04; 0.57 $\pm$ 0.05	0.44	0.18	2.44	*
Especies domésticas	Gestión (Pub > Pri)	0.18 $\pm$ 0.03 > 0.10 $\pm$ 0.02	0.82	0.18	4.61	***

**Tabla 3.** Modelo Lineal Generalizado Mixto para la frecuencia relativa de algunas especies animales mencionadas según la gestión escolar y el sexo de los alumnos. Referencias: en Tabla 1.

Especies	Factores					
	Efecto	Media $\pm$ D.E.	Coeficiente	D.E.	T	P
Puma	Gestión (Pri > Pub)	0.09 $\pm$ 0.01 > 0.05 $\pm$ 0.01	-0.41	0.21	- 1.91	*
Cóndor	Gestión x Sexo (Pri M; Pri V; Pub V; Pub M)	0.08 $\pm$ 0.01; 0.05 $\pm$ 0.01; 0.05 $\pm$ 0.01; 0.02 $\pm$ 0.01	1.24	0.41	3.00	**
Perro	Gestión (Pub > Pri)	0.03 $\pm$ 4.4 E-3 >	2.08	0.74	2.80	***

		0.01±2.5E-3				
Paloma	Gestión (Pub > Pri)	0.02± 4.2E-3 >	1.92	0.75	2.57	***
		0.01±2.5E-3				
Conejo	Gestión x Sexo (Pub M; Pri V; Pri M; Pub V)	0.02±4.0E-3; 0.01±0.01; 0.01± 3.9E-3; 3.5E3±2.5E-3	-2.03	0.97	- 2.09	* 

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En relación con la gestión escolar, los alumnos de escuelas públicas nombraron más frecuentemente a las especies domésticas, lo que puede deberse a una mayor familiaridad con las mismas (tales como el Perro y la Paloma). Mientras que los varones y mujeres de escuelas privadas nombraron a más especies nativas, como el Puma o el Cóndor, especies icónicas de nuestra provincia. Según Campos et. al. (2012), estas diferencias pueden atribuirse a que los niños de escuelas públicas pueden estar más relacionados con fuentes cercanas a la naturaleza (como el jardín, plazas y parques) a diferencia de los alumnos de escuelas privadas, que podrían utilizar diferentes fuentes de información (como libros, tv, internet, o el zoo). A su vez, este acceso puede ser diferente según el nivel socioeconómico de los estudiantes (Cervini, 2002). En cuanto a la influencia del sexo se observó que los varones nombraron en total más especies que las mujeres. Esto puede deberse a los hábitos y costumbres culturalmente atribuidos al sexo masculino, como por ejemplo, la caza, la pesca, o la preferencia de actividades al aire libre.

## BIBLIOGRAFÍA

Bermudez, G.M.A., García Capocasa, M.C., Battistón, L.V., Díaz, S. y De Longhi, A.L. 2012. El conocimiento de las especies vegetales nativas de estudiantes de escuela media en Córdoba, Argentina. Memorias V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología realizado en Córdoba del 11 al 13 de octubre de 2012: 833-838.

Campos, C.M., Greco, S., Ciarlante, J.J., Balangione, M., Bender, J.B., Nates, J. y Lindermann-Matthies, P. 2012. Students' familiarity and initial contact with species in the Monte desert (Medonza, Argentina). *Journal of Arid Environments*, 82:98-105.

Cervini, R. 2002. Desigualdades socioculturales en el aprendizaje de matemática y lengua de la educación secundaria en Argentina. *RELIEVE*, 8 (2):135-158.



---

## **LAS RAZONES Y ESTRATEGIAS PARA CONSERVAR LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN MANUALES DE LA EDUCACIÓN SECUNDARIA ESPAÑOLA**

*Gonzalo Miguel Angel Bermudez \*<sup>1,2,3</sup>, Ana Lía De Longhi<sup>1</sup>,  
Sandra Díaz<sup>2,4</sup>, Valentín Gavidia<sup>3</sup>*  
[gbermudez@com.uncor.edu](mailto:gbermudez@com.uncor.edu)

<sup>1</sup> Didáctica General y Didáctica Especial, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEfyN), Universidad Nacional De Córdoba (UNC), Argentina.

<sup>2</sup> CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Argentina.

<sup>3</sup> Universidad de Valencia, Facultad de Magisterio, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, España.

<sup>4</sup> Cátedra de Ecología de Comunidades y Ecosistemas, FCEfyN, UNC, Argentina

---

### **RESUMEN**

Los objetivos de este trabajo fueron elaborar un instrumento de análisis del ámbito conceptual y axiológico de las razones y estrategias para la conservación de la biodiversidad y analizar su transposición que promueven de manuales escolares de la educación secundaria española. Se analizaron 27 libros de la Educación Secundaria Obligatoria (1 a 4 curso) y 23 del Bachillerato (últimos 2 cursos) de los últimos 15 años. Se encontró que los manuales escolares tratan la temática de la conservación de la biodiversidad de manera biocéntrica y con fuerte predominio del sentido utilitario de la biodiversidad.

### **INTRODUCCIÓN**

Numerosas publicaciones dan cuenta de las alarmantes tasas de desaparición de las especies y de sus consecuencias locales y globales a pesar de la existencia de tratados y convenciones internacionales destinadas a la protección de la biodiversidad. Entre los factores asociados con la extinción de las especies podemos mencionar el incremento en el uso de energías no renovables, la cercanía geográfica a centros cosmopolitas, la pérdida de lenguajes indígenas y la influencia de los medios de comunicación. Actualmente, se hace necesario reconocer que la discusión sobre la pérdida y conservación de la biodiversidad se ha extendido a distintos sectores por la amplia difusión de las problemáticas ambientales en los medios masivos de comunicación. En la comunidad científica, las primeras definiciones de la diversidad biológica la asociaron con número de especies, aunque luego se fue ampliando a otros componentes como el genético (diversidad genética) y ecosistémico (diversidad de ecosistemas).

En el ámbito de la didáctica de las matemáticas, Chevallard (1991) llamó “transposición didáctica” al conjunto de pasos por el que un ‘objeto de saber’ se transforma primero en ‘objeto a enseñar’, cuando forma parte del currículo oficial de una jurisdicción, y luego en “objeto de enseñanza”, cuando es planificado por el profesorado para enseñarlo a los estudiantes. Asimismo, el autor afirma que junto con las políticas editoriales, los libros de texto forman parte del proceso de transposición definiendo muchas veces qué contenidos enseñar y con qué nivel de complejidad.

Los objetivos de este trabajo fueron: (a) elaborar un instrumento de análisis del ámbito conceptual y axiológico de las razones para la conservación de la biodiversidad que sea factible de ser aplicada a manuales escolares de la educación secundaria, y (b) analizar la transposición didáctica de las de las razones y estrategias para la conservación de la biodiversidad que promueven de los textos de bachillerato y educación secundaria obligatoria (ESO) de España.

## METODOLOGÍA

En una primera fase se determinó el ámbito conceptual y axiológico de las razones para la conservación de la biodiversidad en la comunidad de científicos a partir de la lectura de literatura especializada (revistas internacionales, enciclopedias, etc.). Como producto del estudio bibliográfico definimos una herramienta de trabajo formada por categorías y sub-categorías de análisis. Luego, se realizó el análisis del tratamiento temático en manuales de la ESO y bachillerato, considerando textos de los últimos años. Para ello, se registró la presencia/ausencia de cada ítem de la red conceptual y se transcribieron textualmente las citas para la expresión de resultados. En el análisis de los libros de la ESO y del bachillerato se tuvo en cuenta los capítulos dedicados al tratamiento del tema “biodiversidad” y “problemáticas ambientales”. Se analizaron 27 libros de la ESO (13 del primero curso – ESO1-, y 14 del cuarto curso –ESO4-) y 23 del bachillerato (BAC: 13 del primer curso – BAC1- y 10 del segundo curso –BAC2-). Los libros seleccionados correspondieron a los siguientes espacios curriculares: Ciencias de la Naturaleza (ESO1), Biología y Geología (ESO4), Biología I y Biología y Geología I (BAC1) y a Ciencias de la Tierra y Medioambientales (BAC2). Por razones de espacio se omite informar el listado completo de manuales escolares analizados.

La variable de respuesta fue la presencia o ausencia del tratamiento del contenido especificado en cada categoría y sub-categoría de análisis. El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante la prueba de prueba Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) con el programa estadístico SPSS® (Statistical Package for Social Sciences, versión 17.0) e Infostat (Universidad Nacional de Córdoba, versión 2012). Los resultados se expresaron como porcentajes y la significancia como \* ( $p \leq 0.05$ ), \*\* ( $p \leq 0.01$ ) y \*\*\* ( $p \leq 0.001$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### a. Razones para la conservación

Los manuales escolares de la ESO presentaron escasamente las razones para conservar la biodiversidad, encontrando que sólo tres libros mencionaron las motivaciones estéticas, biológicas y ético-filosóficas (Tabla 1). Para ambos niveles de la educación secundaria, las razones de utilidad o económicas fueron las más frecuentemente empleadas, asociándolas a los servicios y bienes ecosistémicos que aporta la naturaleza. Por ejemplo: “*La biodiversidad es un recurso muy valioso. Nos proporciona alimentos, medicamentos, energía, materias primas y entornos de gran belleza para nuestro goce. Recursos alimentarios. Obtenemos alimentos básicos de las plantas, de la ganadería y de la pesca. Materias primas. Los bosques nos proporcionan numerosas materias primas (...). Energía. La obtenemos quemando la leña de los árboles, o los restos de actividades agrícolas, ganaderas o forestales*” [ESO1E] p. 178. En el cuarto curso de la ESO, las razones de la conservación de la biodiversidad se presentan en sólo el 21.4% de los manuales, mientras que el 100% de los textos de segundo del bachillerato dio justificaciones sobre la utilidad de la biodiversidad. Una de las razones más complejas incluyó la distribución de los usos económicos de la biodiversidad: “*La biodiversidad se convierte en un nuevo factor de enfrentamiento geopolítico: la mayoría de los recursos genéticos se encuentran en el Sur, en los bosques tropicales, mientras que la mayor parte de las industrias usuarias están en el Norte. Los países del Sur rechazan que, al declararlos reserva de biodiversidad, se les limite su industrialización (...)*” [BAC2A] p. 95. Por otro lado, las razones estéticas de la conservación de la diversidad biológica fueron más utilizadas en los libros de bachillerato que en los de la ESO, principalmente en segundo del bachillerato: “*La pérdida de las especies no tiene tan solo valor ético, estético y sentimental,*

*sino también económico*” [ESO1A] p. 137. Vale la pena mencionar que los porcentajes de presencia de las razones estéticas, biológicas y éticas fueron inferiores al 20 % en todos los cursos, salvo en el segundo del bachillerato. En coincidencia con nuestros resultados, Martínez Bernat y García Gómez (2009) pusieron de manifiesto que, desde un punto de vista cualitativo, en los libros de cuarto de la ESO existe una descompensación importante en el tratamiento de conceptos relevantes para la interpretación de propuestas y actuaciones en el ámbito de la conservación de la biodiversidad.

**Tabla 1.** Frecuencias relativas (porcentajes) para las categorías de análisis correspondientes a la conservación de la diversidad biológica en manuales escolares de la ESO y del bachillerato.

Conservación de la biodiversidad	ESO	ESO	BAC	X <sup>2</sup>	
	1	4	1	BAC2	Total
a) Razones	n =	n =	n =	n =	n =
	13	14	13	10	50
1. De utilidad / económicas					**
	38.5	21.4	23.1	100.0	* 42.0
2. Estéticas					**
	15.4	7.1	15.4	60.0	<sup>a</sup> 22.0
3. Biológicas	7.7	14.3	23.1	50.0	ns 22.0
4. Éticas/Filosóficas	15.4	7.1	15.4	10.0	ns 12.0
a) Estrategias					
1. Parques, reservas, otros	23.1	42.9	23.1	90.0	** 42.0
2. Comercio de flora y fauna	15.4	14.3	7.7	60.0	* <sup>a</sup> 22.0
b) Aspectos legales					
1. Tratados, reuniones, cumbres internacionales	30.8	28.6	15.4	100.0	** 40.0
2. Legislación nacional o regional					**
	7.7	21.4	7.1	60.0	<sup>a</sup> 22.0

BAC = bachillerato, ESO = escuela secundaria obligatoria, 1, 2 y 4 = años del nivel educativo correspondiente. X<sup>2</sup> = valor de P de la prueba Chi-cuadrado de Pearson. \* Significativo con p ≤ 0.05, \*\* significativo con p ≤ 0.01, \*\*\* significativo con p ≤ 0.001. ns = no significativo. <sup>a</sup> = ≥ 25 % de las casillas poseen una frecuencia esperada inferior a 5. <sup>b</sup> = estadístico exacto de Irwin Fisher (significación bilateral) con p ≤ 0.05.

### b. Estrategias de conservación

Por razones de espacio se omiten las citas textuales de los manuales para las categorías que figuran a continuación. La estrategia de conservación de la biodiversidad mayormente tratada fue la creación de parques nacionales y reservas, lo que se conoce como conservación *in-situ* (Tabla 1). Para este tema, encontramos diferencias significativas entre los cursos de la educación secundaria, con una presencia en el 90.0% de los manuales de segundo de bachillerato, frente a un 23.1% de primero de bachillerato y primero de ESO. Al respecto, Martínez Bernat y García Gómez (2009) sostienen que resulta imprescindible comprender conceptos como sostenibilidad, red Natura 2000, reservas de flora y zonas ZEPA para que el ciudadano sea capaz de interpretar las noticias y propuestas que se le presentan actualmente en este sentido, tanto a través de la prensa escrita como de las campañas de educación ambiental, o los programas electorales.

En relación con los aspectos legales de la conservación de la biodiversidad, los tratados y cumbres internacionales fueron más trabajados en los libros de texto que la legislación

nacional o regional al respecto (Tabla 1). Los manuales de segundo del bachillerato fueron los que más trataron las “cumbres y reuniones internacionales” (100.0%) y la “legislación nacional o regional” (60.0%) frente a un 15.4% y 7.1% de los libros de primero de la ESO.

## **CONCLUSIONES**

Los manuales escolares españoles tratan la temática de la conservación de la biodiversidad de manera biocéntrica y con sentido utilitario, mostrando una impronta de descontextualización del ámbito social, ético y político más cercano. Los resultados de este estudio alertan a los docentes sobre la selección de los libros de texto que utilizarán en sus clases. Se recomienda el empleo y adecuación de la información presente en los manuales de Ciencias de la Tierra y Medioambientales.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Chevallard, I. 1991. *La Transposición Didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- 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.

---

## LAS RAZONES PARA CONSERVAR ESPECIES NATIVAS Y EXÓTICAS QUE PRIORIZAN ALUMNOS DE ESCUELA SECUNDARIA DE CÓRDOBA, ARGENTINA

*Gonzalo Miguel Angel Bermudez* \* <sup>1,2</sup>, *Lía Patricia García* <sup>3</sup>, *Ana Lía De Longhi* <sup>1</sup>, *Sandra Díaz* <sup>2,4</sup>

[gbermudez@com.uncor.edu](mailto:gbermudez@com.uncor.edu)

<sup>1</sup> Didáctica General y Didáctica Especial, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEfyN), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Argentina.

<sup>2</sup> CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Argentina.

<sup>3</sup> Instituto Provincial de Educación Media (IPEM) N° 24 y 268, Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba, Argentina.

<sup>4</sup> Cátedra de Ecología de Comunidades y Ecosistemas, FCEfyN, UNC.

---

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue conocer las razones de conservación que priorizan los alumnos de escuela secundaria de Córdoba para especies de plantas y animales que consideran nativas y para especies exóticas, y describir si estas razones se diferencian según la gestión escolar (escuela pública versus escuela privada) y el sexo de los estudiantes (varones versus mujeres). Se tomaron cuestionarios a 338 alumnos de la provincia de Córdoba. Las razones éticas y de funcionamiento fueron priorizadas por los estudiantes para conservar especies nativas de animales y vegetales, aunque las razones estéticas fueron predominantes para una especie carismática mundialmente conocida.

### INTRODUCCIÓN

Las definiciones más actuales de la diversidad biológica son las que consideran el número, composición, valor, abundancia, rango y distribución espacial de genotipos, poblaciones, especies, comunidades, unidades de paisaje y tipos funcionales. La importancia de conservar la biodiversidad radica en que las condiciones, procesos y funciones que caracterizan a los ecosistemas naturales son esenciales para el ser humano debido a que proporcionan una serie de servicios ambientales de los que depende la sociedad. Sin embargo, existen posiciones desde la ética que relativizan el sentido utilitario y antropocéntrico de la diversidad biológica, y que resaltan el derecho inalienable de cualquier ser vivo para existir. Estudios realizados en Argentina y en Europa dan cuenta de la dificultad de los estudiantes de escuela primaria o secundaria para reconocer y nombrar especies nativas, ya que suelen priorizar especies domésticas y carismáticas como el perro y el gato (Campos et al., 2012). En el caso de las plantas, esta tendencia se pone en evidencia en la marcada preferencia por especies como las rosas, jazmines y algunas aromáticas introducidas como el orégano (Bermudez et al., 2012). En este contexto, nos preguntamos qué razones de conservación priorizan los alumnos de escuela secundaria de Córdoba para especies de plantas y animales que consideran nativas y para especies exóticas, y si estas razones se diferencian según la gestión escolar (escuela pública versus escuela privada) y el sexo de los estudiantes (varones versus mujeres).

### METODOLOGÍA

Se elaboró un cuestionario semi-estructurado en el que se pidió a los alumnos, entre otras preguntas, que completaran con especies de plantas y de animales nativos una lista de diez espacios en blanco numerados. Luego, se les solicitó que dieran el orden de prioridad (de 1 a 5, siendo “1” el máximo) para conservar el “oso panda” (un mamífero herbívoro

mundialmente conocido), el “siempre verde” (un árbol exótico invasor en Córdoba y otras regiones del país), la primera especie de planta y la de animal mencionadas. Las razones prefijadas que debían ordenar según la prioridad eran: estéticas, éticas/filosóficas, utilitarias y funcionales; y con el fin de asegurar el entendimiento de las distintas razones, se describió brevemente cada una de ellas. Por ejemplo, para las razones de utilidad se explicó que “la especie tiene un uso concreto para la gente, por ejemplo, se come”. También se dio la posibilidad de responder “ninguna razón” para conservar las especies, pudiéndosele dar el valor de 5 en el caso de que se priorizaran las cuatro razones previas. El instrumento fue aplicado en 2011 a un muestreo intencional de catorce (14) cursos de escuela secundaria, correspondientes al ciclo de especialidad (actualmente Ciclo Orientado en Ciencias Naturales) de escuelas públicas (8) y privadas (6) de la provincia de Córdoba, con un total de 338 alumnos encuestados. En estos cursos, y de acuerdo a los Lineamientos Curriculares provinciales, el tema biodiversidad es de tratamiento obligatorio en 4° y 6° año, además de que puede ser objeto de enseñanza en materias de la especialidad, como Problemática Ambiental, Ecología, etc. Los cuestionarios fueron respondidos en presencia de al menos uno de los autores del presente trabajo. El tiempo dado a los estudiantes para contestar el cuestionario completo fue de un módulo (dos horas cátedra). Luego de recolectar todos los datos se procedió con el armado de una grilla en un procesador de cálculo donde se colocó la identidad de cada alumno, la escuela, el curso, y sus respuestas. Paralelamente se identificaron los nombres científicos y otros vulgares de las especies mencionadas. Para determinar su estatus se tuvo en cuenta la Argentina como contexto geográfico y el grupo de organismos, según las siguientes categorías: a) para plantas: especies nativas, exóticas, adventicias y mixtas; y b) para animales: especies nativas, exóticas, adventicias, mixtas y domésticas (Bermudez et al., 2012). El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante la prueba de prueba Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para tablas de contingencia (datos categorizados) y con Modelos Lineales Generalizados Mixtos (MLGM) (datos continuos) con el programa Infostat (Universidad Nacional de Córdoba, versión 2012). Para el análisis MLGM, los cursos fueron considerados como efectos aleatorios, la gestión escolar y el sexo de los alumnos como efectos fijos (con interacción), una distribución normal de errores y una función de vínculo canónica de tipo “identidad”. A su vez, la variable respuesta fue numérica continua, con un límite inferior y superior de 1 y 5, respectivamente, dado el valor máximo y mínimo de prioridad. Las variables no-significativas fueron identificadas por su valor de p para la prueba de Wald ( $p < 0.05$ ) y fueron eliminadas del modelo. Este procedimiento fue reiterado hasta obtener el modelo con menor valor de AIC (Criterio de Akaike). El procedimiento general de análisis de datos fue realizado según lo indicado por Campos et al. (2012). Los resultados se expresaron como frecuencias relativas y la significancia como \* ( $p \leq 0.05$ ), \*\* ( $p \leq 0.01$ ) y \*\*\* ( $p \leq 0.001$ ).

## RESULTADOS

Encontramos que la primera especie de planta más frecuentemente mencionada fue el “Algarrobo” (23.79 %) y que las razones éticas y de funcionamiento fueron las que mayor prioridad tuvieron para los estudiantes (Tabla 1). Además, los alumnos que asistieron a escuelas públicas dieron mayor prioridad a las razones estéticas; mientras que los varones y mujeres de escuelas privadas consideraron en menor medida que los estudiantes de escuelas públicas las razones utilitarias para conservar el algarrobo. En cuanto a las especies animales nativas, la más frecuentemente mencionada fue el puma (20.45%), siendo nuevamente las razones éticas y de funcionamiento las que más priorizaron los alumnos. Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la gestión escolar ni en el sexo de los estudiantes a la

hora de priorizar una u otra razón. Las razones utilitarias para conservar la primera especie de animal fueron menos consideradas que para la conservación de la primera especie de planta. En el caso del oso panda, las razones éticas fueron las más importantes para su conservación, seguidas en este caso por las estéticas. A su vez, encontramos que las razones de funcionamiento, si bien tuvieron una prioridad secundaria, fueron más importantes para los alumnos de escuelas privadas que para los de escuelas públicas. Conviene destacar que para todas las especies, la categoría de respuesta “ninguna razón para conservar” siempre tuvo el último orden de prioridad. Por razones de espacio no se presentan resultados del “siempre verde” y las particiones según la identidad de las especies.

**Tabla 1.** Razones y prioridades de conservación de especies dadas por alumnos de escuela media de Córdoba. Referencias: G=gestión, S=sexo, Ns=no significativo, MLGM=Modelo Lineal Generalizado Mixto, Pri=privada, Pub=pública.

Especie	Prioridad	Estéticas	Éticas	Utilidad	Funcionamiento	Ninguna
Primera especie vegetal nativa (“Algarrobo”: 23.79 %)	1	12.50	37.30	21.62	40.33	7.32
	2	21.74	28.65	14.59	24.86	1.83
	3	35.87	19.46	24.86	15.47	3.05
	4	23.91	12.43	23.78	16.02	5.49
	5	5.98	2.16	15.14	3.31	82.32
	Chi-cuadrado	***	***	Ns	***	***
	Media ± DE	2.89±1.09	2.14±1.12	2.96±1.36	2.17±1.21	4.54±1.14
	MLGM	* G (Pri>Pub)	Ns	* GxS (V Pri; M Pri; M Pub; V Pub)	Ns	Ns
Primera especie animal nativa (“Puma”: 20.45 %)	1	17.79	59.33	9.31	38.83	6.60
	2	24.52	19.62	15.69	25.73	1.52
	3	26.92	13.40	21.08	17.96	4.57
	4	22.12	5.74	29.41	11.65	14.21
	5	8.65	1.91	24.51	5.83	73.10
	Chi-cuadrado	***	***	***	***	***
	Media ± DE	2.79±1.22	1.71±1.03	3.44±1.27	2.20±1.24	4.46±1.11
	MLGM	ns	ns	ns	ns	ns
“Oso panda”	1	43.00	61.22	5.34	23.67	5.26
	2	27.99	24.83	7.83	16.96	3.01
	3	18.77	9.52	21.71	31.45	3.76
	4	6.14	2.04	38.08	18.37	12.78
	5	4.10	2.38	27.05	9.54	75.19
	Chi-cuadrado	***	***	***	***	***
	Media ± DE	2.00±1.11	1.60±0.92	3.74±1.10	2.73±1.27	4.50±1.07
	MLGM	Ns	Ns	Ns	* G (Pub > Pri)	Ns

## **CONCLUSIONES**

Las razones éticas y de funcionamiento para conservar especies nativas animales y vegetales predominaron en los estudiantes de escuela media de Córdoba, aunque las razones estéticas fueron prioritarias para una especie carismática mundialmente conocida. Se concluye que la gestión escolar y el sexo de los estudiantes no son factores preponderantes para determinar el orden de importancia para conservar una especie determinada.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Bermudez, G.M.A., García Capocasa, M.C., Battistón, L.V., Díaz, S. y De Longhi, A.L. 2012. El conocimiento de las especies vegetales nativas de estudiantes de escuela media en Córdoba, Argentina. Memorias V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología realizado en Córdoba del 11 al 13 de octubre de 2012: 833-838.

Campos, C.M., Greco, S., Ciarlante, J.J., Balangione, M., Bender, J.B., Nates, J. y Lindermann-Matthies, P. 2012. Students' familiarity and initial contact with species in the Monte desert (Medonza, Argentina). *Journal of Arid Environments*, 82:98-105.



---

## RECONSTRUCCIÓN DE AMBIENTES: NUEVA ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGIA

*María Isabel Da Cunha (1) María Josefa Rassetto (2)*

(1) Profesora. DGC y E de la Provincia de Buenos Aires. Formación inicial y continua. Didáctica de las Ciencias Naturales Biología

(2) Asociada Didáctica de la Biología. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Nacional del Comahue. Irigoyen 2000. Cipolletti. Provincia de Río Negro.

[marisadacunha@gmail.com](mailto:marisadacunha@gmail.com), [mjrassetto@hotmail.com](mailto:mjrassetto@hotmail.com)

---

### RESUMEN

Reconstruir ambientes es una estrategia didáctica que promueve la construcción de conocimientos del área de Ciencias Naturales en general y de la Biología en particular, facilitando el desarrollo de la Educación Ambiental y de la alfabetización científica en la escuela media. En esta ponencia se presenta la aplicación de la estrategia en la enseñanza del caso de Pehuen C6, costa sur de la provincia de Buenos Aires, implementado en un segundo a6o de una escuela secundaria del cono urbano bonaerense. Se exponen momentos, actividades, recursos que constituyen la estrategia didáctica, como as6 tambi6n las principales caracter6sticas de cada actividad.

### INTRODUCCI6N

En la ense6anza de la Biolog6a, una propuesta didáctica debe aportar una dinámica activa en el proceso de ense6anza y aprendizaje que ponga en juego, de manera colectiva y constructiva, formas de interacciones socio cognitivas que promuevan en las/los estudiantes el despliegue de procedimientos propios de la ciencia escolar para aprender contenidos curriculares. La ciencia escolar debe promover el conocimiento de la historia natural del objeto de estudio, logrando resignificar el concepto de medio o ambiente y revisar el rol que los y las estudiantes tienen como ciudadanos en relaci6n a este ambiente particular, extendi6ndose hasta el ambiente global (Fourez, 1994). Para Porlán (1999) una estrategia didáctica se concreta en los modos de organizaci6n, secuenciaci6n y orientaci6n de las actividades, entendiendo a la actividad como una unidad de ense6anza y de aprendizaje; en este sentido, la estrategia didáctica implica la organizaci6n de actividades de ense6anza – aprendizaje en torno al planteo y resoluci6n de problemas relacionados con el medio, con el objetivo de ense6ar partiendo de las concepciones de los alumnos. Desde esta perspectiva, se considera la reconstrucci6n de ambientes como una estrategia factible de ser aplicada a la ense6anza de temas de Ciencias Naturales en general y de la Biolog6a en particular, toda vez que conlleva una serie de momentos de trabajo y actividades articuladas entre s6, promoviendo la construcci6n de conocimientos en torno a un ambiente determinado. En este caso, se seleccion6 Pehuen C6 por su valor paleontol6gico.

### DESARROLLO

La estrategia se estructura en tres momentos: introducci6n, desarrollo y cierre; en cada uno de los cuales se concretan actividades de diferentes grados de complejidad cognitiva y de construcci6n colectiva.

#### Primer momento: introducci6n

El /la docente comunica a los estudiantes qu6 y c6mo se va a trabajar, indaga las ideas de los estudiantes sobre ambiente en general y del el lugar para luego organizar las actividades.

1) *Actividad inicial:* se inicia con la ubicaci6n geogr6fica en un mapa del lugar seleccionado; se profundiza con mapas que indiquen relieve, climas, tipos de suelo, vegetaci6n. La

herramienta Google Earth permite “sobrevolar” el lugar e identificar los datos relevados en los mapas.

2) *Registro*: el registro de los datos se propone en un poster. El poster permanecerá en el ámbito del aula para actualizarlo constantemente y también como referente de consulta, al alcance de todos los estudiantes.

#### Segundo momento: desarrollo

3) *Ampliación de la realidad geográfica*: las hojas geológicas permiten ampliar la información dando datos que llevan a pensar el “Principio del Actualismo” que entiende que los procesos observados en el presente, son la “llave” para comprender la historia de la Tierra y, a vez, predecir las futuras transformaciones “naturales” en diferentes regiones (Lacreu, 2011).

#### 4) *Reconstrucción del paisaje*

4.1) *Recorrido visual*: la web ofrece páginas que muestran fotografías, videos del paisaje. Este material permite conocer como es el lugar, a través de un recorrido virtual.

4.2) *Construcción de la maqueta* con los datos obtenidos pueden realizarse las primeras maquetas que reproduzcan el lugar elegido, dando privilegio a las características geológicas como marco inicial para la reconstrucción. Este objeto es construido en forma colaborativa entre los estudiantes, a partir de sus aportes y decisiones basadas en los resultados de los datos seleccionados y sistematizados en la búsqueda. Estos datos se vuelcan en el poster. La maqueta será dinámica, pudiendo reconstruirse y/o modificarse en el desarrollo de la actividad y/o en la actividad final.

4.3) *Búsqueda de información y webquest*: las webquest son actividades didácticas orientadas a alumnos de cualquiera de los niveles y utilizadas por los docentes para incluir internet en las prácticas de enseñanza. Es importante la tarea de ir completando el poster, como una construcción de proceso, que se reflejará en el diseño y armado de maquetas que la explican la historia de los seres vivos del pasado y de la actualidad: fenómenos biológicos, evolutivos y geológicos que intervienen y están presentes en el lugar.

4. 4) *Comunicación, intercambios y entrevistas*: muchas páginas web de universidades, centros de investigación, del CONICET tienen enlaces para el contacto. Los estudiantes podrían utilizar esta posibilidad para obtener más datos para su poster y su maqueta, facilitando la reconstrucción. Esto permite conocer, también, la actividad científica que se realiza en el lugar.

4.5) *Visitas a museos de ciencias*: los museos de ciencias son importantes como lugares donde se promueve el debate público sobre la ciencia que incluye comprensión sobre la naturaleza de la ciencia, con una tendencia «sociocientífica», incluyendo las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, así como lugares de reflexión sobre la naturaleza de la ciencia (Pedretti, 2004). Las investigaciones sobre visitas escolares a museos de ciencia indican que es necesario integrar la visita en la programación del aula, para que se obtengan mejores resultados en el aprendizaje.

4.6) *Construcción de textos para sistematizar información*: en sus cuadernos los estudiantes realizan textos donde dan aplicación a los fenómenos reconstruidos en las maquetas, sistematizando la información relevada en distintas fuentes.

5) *Resolver una situación problemática sobre el entramado social*: una vez reconstruido el ambiente natural, se continúa con la reconstrucción de la realidad social, ya que el hombre forma parte del ambiente, interactúa con/en él. Se propone a los estudiantes una situación problemática que tienen que resolver con la búsqueda de información que será insumo para la reflexión y obtención de conclusiones, por ejemplo: relevar la actividad industrial, comercial, turística, urbana, de la población humana local y relacionarla con el ambiente natural, para

identificar el posible impacto de la acción antrópica en el medio, buscando estrategias sostenibles como solución. Esta situación de contrastar o bien integrar la acción social sobre el ambiente, es posible comprenderla, cuestionarla, a partir de los aprendizajes anteriores, ampliando así, desde una mirada superadora, la propuesta curricular. Como ejemplo de estas problemáticas, se puede plantear ¿de qué manera el turismo impacta sobre la reserva paleontológica de la costa?

6) *Fundamentar la reconstrucción y la resolución del problema a través de la argumentación:* las y los alumnos y el docente dan argumentos para obtener un reconocimiento que otorgue validez a sus ideas.

Tercer momento: cierre

7) *Presentación del ambiente reconstruido:* como síntesis del trabajo realizado

7.1) *Comunicación escrita:* la lectura y escritura en ciencias (Lemke, 1997) tiene una particular tipología textual, un lenguaje específico y una intencionalidad en la comunicación que debe ser tenida en cuenta en la enseñanza cuando se pide al estudiante el abordaje de textos con información científica. Los y las estudiantes presentan en forma escrita, en el formato que el docente les haya aportado, los resultados de la búsqueda, sistematización y uso de la información.

7.2) *Presentación oral:* los y las integrantes de cada grupo exponen, a modo de comunicación a sus pares y docente en forma oral las conclusiones de sus trabajos, la estrategia de resolución y la conclusión a la que llegaron en relación al problema planteado.

7.3) *Evaluación:* la estrategia permite realizar una evaluación continua del estudiante ante las diferentes propuestas de aprendizaje, identificando estados de avance. También es posible realizar una evaluación final globalizadora a partir de los resultados de las soluciones al planteo de problemas, de la resolución de investigaciones escolares y/o estudios de caso. Pueden ofrecerse instrumentos de co- evaluación grupal y de autoevaluación individual, donde los grupos de estudiantes y cada uno particularmente analiza su recorrido, siendo partícipe de la evaluación.

## CONCLUSIONES

Esta es una estrategia de enseñanza, factible de ser llevada a las prácticas áulicas de las escuelas - generando una dinámica creativa en la enseñanza y aprendizaje - logrado que los estudiantes de nivel secundario aprendan Biología en forma constructiva, partiendo de situaciones reales reconstruidas en el aula, poniendo en juego no solo contenidos, sino también procedimientos propios de la ciencia escolar. Los estudiantes no repiten de memoria definiciones, las utilizan para comprender el ambiente, para argumentar sobre la toma de decisiones responsables en relación a la sustentabilidad y/ o para realizar las tareas que le sean propuestas en relación a la temática a fin de construir sentidos que le permitan interpretar contenidos curriculares para, desde el fundamento que da el conocimiento de la ciencia escolar, desarrollar una actitud crítica ante el ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Fourez, G. 1994. *Alfabetización científica y tecnológica*. Buenos Aires: Ed. Colihue.
- Porlán Ariza, R. 1999. Hacia un modelo de enseñanza – aprendizaje de las ciencias por investigación. En Kaufman, M. – Fumagalli, L. *Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*. Buenos Aires. Paidós Educador
- Lacreu, H. 2011. Las Ciencias Geológicas en la currícula primaria y secundaria. Simposio Nacional sobre Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Buenos Aires
- Lemke, J. 1997. *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Paidós. Buenos Aires.

Pedretti, E. 2004. Perspectives on learning through research on critical issues-based Science Center Exhibitions. *Science Education*, 88, S1, pp. 34-47.

---

## LA ENSEÑANZA DE LA BIOLOGÍA DESDE UN ABORDAJE SISTÉMICO Y SITUADO EN LA FORMACIÓN DOCENTE.

Marcela Greco, Claudia Petuaud y Mónica Carubia.  
I.S.F.D. N° 99 Alejandro Korn

marcela\_greco@yahoo.com.ar

---

### RESUMEN

En primer año de la formación de profesores de biología en el ISFD N° 99 Alejandro Korn, Buenos Aires, se implementó una secuencia didáctica para el abordaje sistémico de los seres vivos y el ambiente a partir de la lectura de un texto académico. La observación directa y descripción de material biológico, el uso de diferentes fuentes, la exploración y registro del conocimiento sobre plantas medicinales en la comunidad y la redacción de informes permitió a los estudiantes apropiarse de competencias de alfabetización necesarias para comenzar a transitar el nivel terciario.

### INTRODUCCIÓN

Enseñar biología en la formación docente inicial tiene un doble propósito, introducir las nociones estructurantes de la biología desde un abordaje situado, sistémico y complejo; y comenzar a modelizar las prácticas docentes deseables para la enseñanza en el nivel secundario. De este modo se pensaron las siguientes actividades, teniendo en cuenta un aprendizaje situado (Diaz Barriga, F 2003)

La secuencia que se presenta fue diseñada e implementada en el Espacio Curricular de Biología y Laboratorio I del primer año del profesorado de Biología en la Provincia de Buenos Aires. Suma como propósito especial la alfabetización inicial en el nivel y una alfabetización digital acorde a las necesidades educativas de estos tiempos.

### DESARROLLO

Para problematizar y complejizar la enseñanza de la biología comenzamos con la lectura de “*Vegetación espontánea en la ciudad de Buenos Aires*”, de Gustavo Aparicio, en Aves Argentinas (2013). El autor, describe e ilustra la diversidad de la flora en la ciudad de Buenos Aires y sus alrededores. Explica características morfológicas sobresalientes y la diferencia en autóctonas e introducidas. Desarrolla las causas de la modificación del ecosistema local y las sucesiones biológicas en los terrenos deshabitados. Menciona el uso que le pueden dar las personas a las plantas, ya sean éstas medicinales o comestibles.

Se confeccionó una guía de estudio y se presentó a los estudiantes una plataforma virtual. Esto se hizo para facilitar la continuidad pedagógica (problemas laborales y personales que dificultan la regularidad de la cursada). En dicha plataforma se monitoreó el desarrollo de las actividades propuestas.

El primer paso consistió en la lectura del texto con la consigna de analizarlo y vincularlo con sus conocimientos previos. Luego debían elaborar un resumen para comunicar a otro compañero el contenido del artículo.

Como segunda consigna se confeccionó una lista con las especies descritas y se buscaron imágenes con Google para identificarlas y agruparlas según diferentes criterios. Esto se llevó a cabo a partir de las categorías de los estudiantes. Al exponer por grupos cuáles habían sido estos criterios, se pudo analizar aquellos más inclusivos y se llegó a las clasificaciones vigentes de los grandes grupos de plantas a partir de sus estructuras de reproducción.

La tercera consigna consistió en la realización de observación y reconocimiento de material fresco, con ayuda de bibliografía. Esta actividad permitió trabajar con la competencia de observación y descripción.

En la plataforma virtual se iban subiendo las aclaraciones pertinentes a las actividades pendientes. Los estudiantes aportaron links de interés sobre los contenidos, así como diferentes caracterizaciones o definiciones de términos científicos.

Una estrategia propuesta para trabajar el texto fue la búsqueda de esquemas del ciclo de nitrógeno en internet y su explicación. El docente seleccionó uno de los esquemas y los textos subidos por los estudiantes a la plataforma según su claridad y su pertinencia. Con ayuda del programa Paint los estudiantes debían leer el texto y colocar sobre las flechas del esquema la referencia/conector que mejor explicara la relación señalada, trabajando desde la aplicación del método de entramado palabra/concepto (EPC) (Galagovsky, L y Muñoz, J.C 2002).

Como cuarta consigna, para abordar los usos de las plantas, se los invitó a realizar una serie de entrevistas para conocer su uso. La mayoría de ellas fueron realizadas a familiares.

Para trabajar sobre las propiedades medicinales de los vegetales se leyó un capítulo del libro “*Los remedios de la abuela*” de Valeria Edelsztejn (2011) donde se pudieron conocer algunas de las propiedades y principios activos de las plantas.

Para trabajar con toda la información recabada se enseñó a elaborar fichas con información sobre cada planta mencionada por los entrevistados, analizar y sistematizar las respuestas y escribir un texto informativo. También se enseñó a realizar una cita, tanto de la bibliografía como de las entrevistas. En este trabajo final debían integrar los conceptos que elaboraron con anterioridad.

### **Objetivos**

- Articular saberes previos de los docentes en formación con el conocimiento científico.
- Planificar actividades que impliquen el uso de las nuevas tecnologías (TICS).
- Revalorizar y/o poner en valor saberes populares como, por ejemplo, el uso de plantas medicinales.
- Promover en los docentes en formación la lecto-escritura en ciencias.

### **Estrategias y criterios de evaluación**

Para evaluar los avances académicos se recurrió a la estrategia de portfolio (Litwin, 2012). Cada trabajo práctico debía ser subido a la plataforma en forma individual y/o grupal. De forma individual: la elaboración de los resúmenes, la observación y descripción de las estructuras vegetales y un trabajo de integración que consistió en la elaboración de un texto informativo que diera cuenta de la apropiación y relación de conceptos desarrollados a través de la escritura académica, en forma de ideas claras y correctamente escritas y el manejo adecuado de la bibliografía consultada. De forma grupal: la clasificación de las plantas, las fichas con información sobre uso medicinal, el trabajo de investigación sobre el uso de las plantas por la comunidad de Presidente Perón y San Vicente y la infografía /red conceptual sobre el ciclo del nitrógeno.

Cada una de las actividades presentaba criterios propios de aprobación. Si el trabajo estaba incompleto o no cumplía con los requisitos propuestos, retornaba a sus autores para su reformulación.

Los criterios de evaluación fueron: claridad en la exposición, uso correcto de la escritura y ortografía así como la apropiación de un discurso textual académico, aplicación de la bibliografía trabajada en el aula, cumplimiento con las normas de citas, entrega en el tiempo y formato pautado.

## **ANÁLISIS DE LA PROPUESTA**

Durante el desarrollo se observaron, inicialmente, las dificultades para la lectura y comprensión de un texto académico, así como de las consignas dadas. Resultó particularmente difícil redactar un resumen.

El uso en el aula de los buscadores que ofrece la web fue una excelente forma de trabajar con el análisis y discusión sobre la validez de las diferentes fuentes de información. Para esta actividad resultó de suma importancia tener acceso, en la institución, a internet y a pc portátiles así como a teléfonos inteligentes.

Entusiasmó mucho a los estudiantes poder establecer contacto con las especies vegetales de su entorno y relacionar el texto con el contexto. Particularmente les resultó significativo el trabajo de indagación en la población sobre el uso de las plantas, especialmente en su entorno por no tener información previa y, de esta manera, revalorizar los conocimientos cotidianos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Aparicio, G. 2013. Vegetación espontánea de la ciudad de buenos aires. *Revista Aves Argentinas N & C. Revista de Naturaleza y Conservación*. N° 36 Año XV: 22-25. Buenos Aires, Argentina.

Díaz Barriga, F. 2003. Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2). Disponible en: <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arceo.html> Consultado el 8 de septiembre de 2013

Edelztein, V. 2011. *Los remedios de la abuela*. Capítulo IV “Una aguja en un pajar”. Buenos Aires. Siglo XXI

Galagovsky, L y Muñoz, J.C (2002) *La distancia entre aprender palabras y aprehender conceptos. El entramado de palabras-concepto (epc) como un nuevo instrumento para la investigación*. Enseñanza de las Ciencias, 20 (1): 29-45

Litwin, E (2012) *Evaluación educativa. Evaluar la enseñanza*. Disponible en: <http://www.educared.org/global/ppce/evaluar-la-ensenanza>. Consultada el 18 de julio de 2013

---

## LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA EN LIBROS DE TEXTO DE EGB3 DE ARGENTINA

*Laura Carolina Nolli<sup>1</sup>, Gonzalo Miguel Angel Bermudez\*<sup>1,2</sup>,  
Ana Lía De Longhi<sup>1</sup>, Sandra Díaz<sup>2,3</sup>*

<sup>1</sup>Didáctica General y Didáctica Especial, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN),  
Universidad Nacional De Córdoba (UNC), Argentina.

<sup>2</sup> CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Argentina.

<sup>3</sup> Cátedra de Ecología de Comunidades y Ecosistemas, FCEFyN, UNC, Argentina

[gbermudez@com.uncor.edu](mailto:gbermudez@com.uncor.edu)

---

### RESUMEN

En el presente trabajo se analizó la transposición didáctica del concepto de biodiversidad en 23 manuales de la EGB3 de Ciencias Naturales/Biología con los objetivos de: (a) registrar el concepto de biodiversidad que se desarrolla en los libros, (b) analizar las variables de ocurrencia en función del marco conceptual de la disciplina ecológica, y (c) integrar el proceso analítico con el fin de establecer un orden de recomendación de los manuales estudiados. A partir de los resultados estadísticos se concluyó que los manuales escolares siguen una tendencia a representar el concepto de biodiversidad con el de diversidad específica.

### INTRODUCCIÓN

La transposición didáctica se manifiesta en la transformación de un conocimiento científico en un conocimiento “a enseñar”, existiendo muchos niveles en los que se concreta dicho proceso. En un primer nivel, en la currícula y documentos oficiales (nacionales y jurisdiccionales), y en un segundo nivel, en los manuales o textos escolares. Es por ello que los libros de texto forman parte de las adaptaciones y niveles de concreción curricular.

En el ámbito de la Didáctica, las investigaciones advierten que los libros de texto que tratan la temática de la diversidad biológica muestran una impronta de descontextualización del ámbito social (García Gómez y Martínez Bernat, 2010) y que su conceptualización puede presentarse con un cierto envejecimiento biológico (Chevallard, 1991). En la actualidad, las definiciones más complejas de la biodiversidad son las que se encuentran en la Convención sobre la Diversidad Biológica, que la conceptualiza 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. En este contexto, nuestros objetivos de investigación fueron los siguientes: (a) registrar el concepto de biodiversidad que se desarrolla en los libros de texto de la EGB3 de Argentina (Ciclo Básico para Córdoba), (b) analizar las variables de ocurrencia en función del marco conceptual de la disciplina ecológica, y (c) integrar el proceso analítico con el fin de establecer un orden de recomendación de los manuales estudiados.

### METODOLOGÍA

El presente trabajo consistió en el análisis de la transposición didáctica del concepto de biodiversidad en 23 manuales de la EGB3 (Argentina) de Ciencias Naturales/Biología. Para esto se utilizó como herramienta de trabajo una grilla adaptada de la ya validada por Bermudez et al. (2013), que presenta categorías y sub-categorías para el tratamiento de los conceptos presentes en los libros de texto. Las editoriales analizadas fueron: Aique Grupo Editor, Estrada, Kapeluz, Longseller, Maupie, Puerto de Palos, Santillana, SM, Thompson



Learning y Tinta Fresca (Por razones de espacio no se presenta el listado de manuales escolares estudiados).

Se registró y categorizó, como variable respuesta, la presencia explícita, implícita y ausencia del tratamiento del contenido especificado de cada ítem del instrumento. La presencia implícita fue definida en este trabajo para ocasiones en las que un tema particular se desarrollara fuera del tratamiento conceptual específico de la biodiversidad. Por ejemplo, el concepto de “población”, generalmente presente cuando se desarrolla el tema de los niveles de organización de la vida, suele excluirse de la conceptualización de la biodiversidad.

A su vez, se transcribieron las citas textuales para la expresión de resultados y la interpretación cualitativa de los datos. El tratamiento estadístico se realizó mediante la prueba de prueba Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) con el programa estadístico Infostat (Universidad Nacional de Córdoba, versión 2012). Los resultados se expresaron como porcentajes y la significancia como \* ( $p \leq 0.05$ ), \*\* ( $p \leq 0.01$ ) y \*\*\* ( $p \leq 0.001$ ). 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).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Si bien el concepto de diversidad biológica estuvo presente en la mayoría de los libros de texto analizados, en la mayoría de los casos la definición se circunscribió al componente específico (Tabla 1). De hecho, sólo el 34% de los manuales presentó una conceptualización que incluyera a la vez las especies, los genotipos o poblaciones y los ecosistemas (trilogía de la biodiversidad). En este mismo sentido, conceptos como los paisajes, y atributos como el rango y la distribución espacial estuvieron completamente ausentes en los manuales estudiados. Estos resultados son similares a los hallados en los libros españoles para un nivel de escolaridad equivalente al EGB3 (Bermudez et al., 2013).

El agrupamiento de las variables que arrojó el ACP confirma los resultados de la prueba Chi-cuadrado, ya que los componentes de la biodiversidad más correlacionados con su conceptualización fueron las especies, las poblaciones y las comunidades (Figura 1). Por otro lado, la riqueza, los grupos funcionales 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 22, 4, 2, 9, 12 y 14 los mayormente relacionados con las variables analizadas. Se omiten las tablas con los eigenvectores y eigenvalores por razones de espacio.

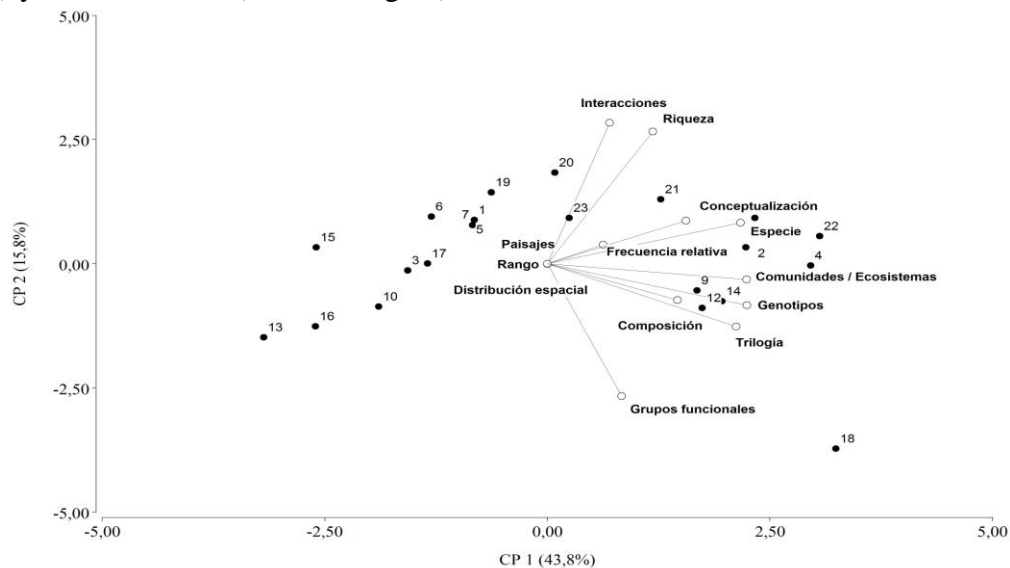
**Tabla 1.** Distribución de frecuencias relativas (en porcentaje) para las categorías de análisis correspondientes a la conceptualización de la Diversidad Biológica en libros de texto de la EGB3 de Argentina.

Categorías de análisis	Ausenci a	Presenci a	$X^2$	Ausenci a	Implícit a	Explícit a	$X^2$
Conceptualización	21.74	78.26	**	-	-	-	-
Componentes							
1. Genotipos/Poblaciones	52.17	47.83	ns	52.17	13.04	34.78	ns
	13.04	86.96	**				ns
2. Especies			*	13.04	34.78	52.17	

3. Comunidades/Ecosistemas	43.48	56.52	ns				ns
				43.48	21.74	34.78	
4. Trilogía de la biodiversidad	65.22	34.78	ns	-	-	-	-
5. Paisajes	100.00	0.00	n/c	100.00	0.00	0.00	n/c
	95.65	4.35	ns				**
6. Grupos funcionales				95.65	4.35	0.00	*
Atributos							
1. Riqueza	21.74	78.26	**	21.74	52.17	26.09	ns
	78.26	21.74	**				**
2. Abundancia relativa				78.26	17.39	4.35	*
3. Composición	82.61	17.39	**	82.61	17.39	0.00	**
4. Rango	100.00	0.00	n/c	100.00	0.00	0.00	n/c
5. Interacciones	43.48	56.52	Ns	43.48	56.52	0.00	ns
6. Distribución espacial	100.00	0.00	n/c	100.00	0.00	0.00	n/c

Referencias:  $X^2$  = valor de “p” de la prueba Chi-cuadrado de Pearson. \* Significativo con  $p \leq 0.05$ , \*\* significativo con  $p \leq 0.01$ , \*\*\* significativo con  $p \leq 0.001$ . ns = no significativo. n/c= no puede calcularse.

**Figura 1.** Gráfico del Análisis de Componentes Principales para las variables (círculos blancos) y libros de texto (círculos negros) de la EGB3 estudiados.



## CONCLUSIONES

Los manuales escolares siguen una tendencia a representar el concepto de biodiversidad con el de diversidad específica, lo que influye negativamente al momento de conceptualizar y tratar el tema en cursos de la EGB3 y posteriores. Siendo conscientes de que en el aula, lugar donde se termina de puntualiza el currículum, es el docente a cargo quien “concreta” la transposición en su última instancia, invitamos al profesorado a analizar cuidadosamente los materiales para el trabajo de los alumnos y a identificar tanto errores conceptuales como visiones desactualizadas de los conocimientos a ser enseñados. Por último, recomendamos los libros de texto señalados con el código 22, 4, 2, 9, 12 y 14 para trabajar la diversidad biológica en la EGB3.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Bermudez, G.M., De Longhi, A.L., Díaz, S. y Gavidia, V. 2013. El concepto de diversidad biológica en libros de texto de la educación secundaria española. *Enseñanza de las Ciencias* (en prensa).

Chevallard, I. 1991. *La Transposición Didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.

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.

---

## PROPUESTA DE ENSEÑANZA DE LA BIODIVERSIDAD Y LA IMPORTANCIA DE SU CONSERVACIÓN A PARTIR DE UNA ANALOGÍA

Laura Carolina Nolli \*<sup>1</sup>, Gonzalo Miguel Angel Bermudez<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Didáctica General y Didáctica Especial, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFyN),  
Universidad Nacional De Córdoba (UNC), Argentina.

<sup>2</sup> CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas), Argentina.

[lauranoli@hotmail.com](mailto:lauranoli@hotmail.com)

---

### RESUMEN

Conforme a la situación ambiental en nuestro país debemos poner énfasis en la enseñanza del concepto de biodiversidad para que exista un cambio de actitudes de los estudiantes para con el cuidado y conservación del medio ambiente. En este trabajo se presenta una analogía como propuesta de enseñanza para el concepto de diversidad biológica (blanco), relacionándolo con el de un tejido (fuente), con la finalidad de alcanzar una noción del Planeta Tierra sostenido por una tela (biodiversidad). ¿Qué tela sería la más conveniente para sujetar nuestro planeta? ¿Una tela gastada y rota, o una sana y fuerte?

### INTRODUCCIÓN

La educación en el contexto de las ciencias tiene que lidiar con temas muchas veces abstractos y/o de difícil entendimiento por parte de los estudiantes, por lo que las estrategias a abordar deberían facilitar el aprendizaje y la comprensión de éstos. En este sentido, podemos presentar a las analogías como un valioso instrumento didáctico, siendo útiles para desarrollar habilidades metacognitivas (Coll *et al.*, 2006). Una analogía consiste en el establecimiento de relaciones entre dos dominios: uno (la fuente o análogo), un concepto de cualquier tipo con el que el aprendiz esté ampliamente familiarizado; y el otro (tópico o blanco), que es el concepto que se desea enseñar y del que queremos lograr una mejor comprensión empleando la analogía. Para construir un modelo didáctico analógico se necesita abstraer los conceptos nucleares del tema a enseñar y las relaciones funcionales entre conceptos y traducir todo a una situación, proveniente de la vida cotidiana, de la ciencia ficción o del sentido común (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001). Así, los estudiantes novatos pueden ser conscientes de su aprendizaje. Diversos autores han notado la importancia de hacer explícitas las limitaciones de una analogía con respecto al contenido a enseñar, o sea, allí donde la analogía no explica el contenido. Para la escuela secundaria, uno de los conceptos científicos que presentan mayor grado de abstracción es el de “biodiversidad” aunque frecuentemente sea reducida a la riqueza de especies. Sin embargo, en la comprensión profunda de este concepto y el reconocimiento de la importancia de su conservación radica una de las claves para lograr un verdadero cambio de actitud hacia el cuidado del medio ambiente.

El objetivo del presente trabajo fue diseñar una analogía para el concepto bio-ecológico de “biodiversidad” y “conservación y cuidado del medio ambiente” factible de ser utilizada por docentes, tanto del nivel secundario de escolaridad como del universitario, que facilite la visualización de los componentes y atributos de dicho constructo teórico.

### DESARROLLO

El tópico o blanco que se desea desarrollar es “la biodiversidad, sus componentes y atributos”, y “su importancia para la conservación del medio ambiente”. El uso de distintos tipos de telas como fuente o análogo tiene como ventaja que éstas son rápidamente reconocidas por los estudiantes. Además, tienen bajo costo, pudiendo adquirir una serie de tejidos en cualquier mercado. Aun así, con que los estudiantes simplemente vean sus ropas y las de sus

compañeros se podrá desarrollar la analogía. En el Cuadro 1 se presentan las relaciones “punto por punto” entre el blanco y la fuente para los componentes y atributos de la biodiversidad para los que aplica la analogía.

**Cuadro 1.** Puntos de relación entre el blanco (concepto de diversidad biológica) y fuente (tejido) para la analogía propuesta.

1) <i>Diversidad genética</i> : para introducir este concepto (blanco) se propone asumir que las hebras que componen cada hilo del tejido son individuos de una población cualquiera (fuente) y que, en su conjunto, cada hilo de un mismo tipo de tejido representa el componente genético o poblacional de la biodiversidad. Resulta conveniente remarcar que los hilos de un mismo tipo de trama muestran diferencias entre unos y otros, atribuibles a su vez a las diferencias de una población con otra. Esta heterogeneidad puede ser de utilidad para comprender poblaciones de especies con reproducción sexual. Además, se sugiere el reconocimiento de que distintos tipos de hebras le confieren al tejido distintos atributos.
2) <i>Diversidad específica</i> : el componente específico (blanco) puede explicarse considerando que el conjunto de hilos (de un mismo tipo) que forma un tejido representa una especie de determinado ecosistema. Así, una prenda o tela compuesta de un solo tipo de tejido representa a una única especie, formada por un determinado número de poblaciones (hilos).
3) <i>Diversidad ecosistémica</i> : este blanco puede representarse tanto con los distintos tipos de tela que se encuentren en el aula o con los distintos tipos de tejidos que componen una prenda. Por ejemplo, elástico en los puños y cuello, algodón en las mangas, lana en un diseño del pecho y nylon en etiquetas y codos. Cada tipo de tela (fuente) representa un “tipo” de ecosistema, y todas en su conjunto, la diversidad de ecosistemas.
4) <i>Interacciones</i> : la explicación de este atributo (blanco), aplicado al componente específico, por ejemplo, implica considerar los puntos de contacto entre las distintas telas o tipos de tejido de una prenda (fuente). Podemos imaginar que cada punto intersección de los hilos de la tela representa una forma de interacción entre dos especies, por ejemplo, el comensalismo.
5) <i>Propiedades ecosistémicas emergentes</i> : a) los diferentes tipos de tela, según su material, tienen diferentes propiedades (fuente) que pueden ser relacionadas con las propiedades de cada ecosistema (blanco). Por ejemplo, una tela que presente mucho nylon es muy sensible a arder rápidamente, con lo que puede representarse a ecosistemas “inflamables” como son los pastizales secos y las sabanas. Además, una tela con una trama muy fuertemente ceñida será prácticamente impermeable al agua, como una región con suelo muy arcilloso como los terrenos anegables y pantanos. Por último, el suelo de un bosque con raíces de distinto tipo y profundidad puede actuar como una “esponja” reteniendo el agua de lluvia, con lo que puede asemejarse a una tela constituida por fibras de algodón puro. b) La respuesta de la tela, o de un conjunto definido de telas, a un disturbio o perturbación ambiental depende fuertemente de las características biológicas de las especies dominantes (blanco). Por ejemplo, un pastizal seco es mucho más propenso a arder que un bosque, y esta propiedad depende, entre muchos factores, de las especies y tipos vegetales dominantes. Por tanto, la reacción de cada tejido ante un estímulo cualquiera tiene que ver con las propiedades de la mayoría de los hilos que componen ese tejido (fuente). c) Del punto anterior se desprende otra significativa relación analógica: la capacidad de un

ecosistema de “resistir” o de volver al estado inicial luego de un disturbio –resiliencia- (blanco) va a tener directa relación con la “salud” de las especies que lo componen (hilos “sanos”) y con su variabilidad genética (hilos “fuertes” y gran variedad de hebras). Como fuente para este tópico puede utilizarse una tela desgastada o rota por sectores, la que será más propensa a no resistir disturbios de gran magnitud como golpes o estiramientos.

Otros puntos que podrían relacionarse en la analogía son otros atributos de la biodiversidad como la riqueza, frecuencia relativa, rango de especies y grupos funcionales. Por ejemplo, se podría explicar el tema de “especies clave” imaginando una tela con un entramado tipo “tela de araña” donde la presencia de un solo hilo central afecta al resto de los hilos (especies) y a la estructura general de la tela. En este ejemplo, la relación entre las especies no es equivalente “todas con todas” como en una tela normal. En relación con la riqueza de poblaciones o de especies (fuente), éstas pueden ser representadas por la abundancia absoluta de hebras y de hilos (según el caso) que componen una trama.

Si bien hemos detallado más arriba numerosas relaciones entre las fuentes y el blanco propuestos, existen algunos puntos de diferenciación que son necesarios destacar:

- a) el carácter estático o sincrónico de la tela contrasta con la dinámica de los ecosistemas y otros niveles de organización biológica. Las propiedades y procesos que ocurren en cada componente de la biodiversidad (poblaciones, especies, ecosistemas, etc.) son fluctuantes y de una alta complejidad en relación con la simpleza de un tejido donde todos los hilos que lo componen son, por lo general, iguales y tienen las mismas propiedades.
- b) La escasa resiliencia de los tejidos, que hace que una tela gastada o rota permanezca indefectiblemente en ese estado luego de un disturbio, se opone al hecho de que la respuesta de un ecosistema (con sus componentes ya tributos) son, de modo general y para cierto rango, plásticos. Es decir, los ecosistemas son capaces de volver a su estado anterior a ser disturbado dependiendo del paso del tiempo y de factores como la intensidad y magnitud del impacto.
- c) En una tela, por lo general, todos los hilos se relacionan de la misma forma entre sí a diferencia de las especies (Biodiversidad específica) de un Ecosistema. Esta diferencia se puede observar al estudiar las redes tróficas.

## REFLEXIONES FINALES

Basándonos en las relaciones expuestas y muchas otras que se omiten por cuestiones de espacio, consideramos que la analogía es potencialmente fértil de ser trabajada para enseñar el concepto de diversidad biológica. Además, la noción de que el planeta Tierra es sostenido por una “red o tela” que representa la biodiversidad nos genera la siguiente pregunta: ¿qué tela, o conjunto de telas será(n) las que pueda “sujetar” mejor a nuestro planeta y la red de servicios ambientales que garantizan nuestra supervivencia? El concepto de desarrollo sustentable se manifiesta en la idea de que una tela desgastada y rota presentará problemas para conservar los bienes y servicios de la naturaleza a futuro. Además, necesitamos esa red sana, fuerte y con la mayor cantidad de propiedades posibles para enfrentar los disturbios que ponen en riesgo nuestra subsistencia.

## BIBLIOGRAFÍA

Coll, R.K., France, B. y Taylor, I. (2006). El papel de los modelos y analogías en la educación en Ciencias: Implicaciones desde la investigación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(1):160-162.

Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, A. (2001). “Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico”. Enseñanza de las Ciencias, Vol.19, nº2 Junio 2001, pp. 231-242.

---

## ENSEÑAR A LEER IMÁGENES PARA APRENDER BIOLOGÍA

*Carolina Roni y Elizabet Borches*

Becaria CONICET-Instituto de Lingüística (UBA)/ PICT 0893-2010 /

Integrante del GICEOLEM / Docente FFyL-UBA

carolinaroni@gmail.com

---

### RESUMEN

¿Las imágenes biológicas son auto-explicativas? ¿Qué función cumplen en la enseñanza? ¿Cómo son considerados por docentes y alumnos? En el presente trabajo exploramos cómo y para qué se incluyen imágenes en el desarrollo de una secuencia didáctica sobre Síntesis de Proteínas en el nivel secundario. Como resultados encontramos que la imagen se erige como el primer anclaje para la comprensión. Pero, además, esos esquemas previos construidos respecto de la observación y el intercambio entre compañeros y con la docente abren la puerta y crean una necesidad de ir por más conocimiento en el texto verbal.

### INTRODUCCIÓN

Una joven pareja habla de cuánto deben estudiar. Ella estudia Biología y él Derecho. Él expresa que para los abogados es más difícil entender porque no cuentan, cómo lo hacen los estudiantes de Biología, con libros “llenos de dibujitos”. Esta situación (real para una de las autoras) despliega un argumento que desconoce lo difícil que es comprender esos “dibujitos”. ¿Por qué se invisibiliza esa dificultad? ¿Qué función cumplen las imágenes en los textos de la enseñanza de la Biología? ¿Cómo son considerados por docentes y alumnos?

Existen particularidades en los textos verbales y visuales según el campo disciplinar de pertenencia, que no suelen ser objeto de enseñanza y tampoco resultan herramientas de aprendizaje *per se*. Es decir, la presencia de imágenes en biología tiene funciones y características que no suelen ser enseñadas en las aulas, y tampoco parece facilitar el aprendizaje del contenido disciplinar (Augustowsky et al, 2011; Pérez Echeverría et al, 2009; Perales, 2006; Otero, 2004). Entonces, el texto visual en el aula suele ser concebido como: a) algo decorativo, b) que no porta información y c) que se explica por sí mismo (Pérez Echeverría et al, 2009). Sin embargo, los estudiantes se ven en serias dificultades para comprenderlos. Ante este desafío de la enseñanza, exploramos cómo y para qué se incluyen imágenes en el desarrollo de una secuencia didáctica sobre Síntesis de Proteínas.

### MARCO CONCEPTUAL

Las imágenes son **representaciones** pues contienen visualmente lo ausente de manera gráfica o mental. En este sentido, también son conceptualizadas como **vehículos** de información del pensamiento y de la cultura que no podría representarse mejor de otra manera (Augustowsky et al, 2011; Perales, 2006). En tanto vehículo, entendemos que precisa de un sujeto que interprete su significado, ya que la información que portan solo podrá aprehenderse si se la comprende. Lograr dotar de sentido a la imagen la convierte en **herramientas** para conocer y transmitir información (Augustowsky et al, 2011). Como herramienta no funcionará por sí misma sino que dependerá de cómo se la use para construir conocimiento, esta función de la imagen es potencial, un potencial epistémico. En este sentido, Otero et al (2004) y Perales (2006) señalan la importancia de vincular los textos escritos con las imágenes en ciencias para favorecer con ellas la elaboración en el aula del contenido disciplinar.



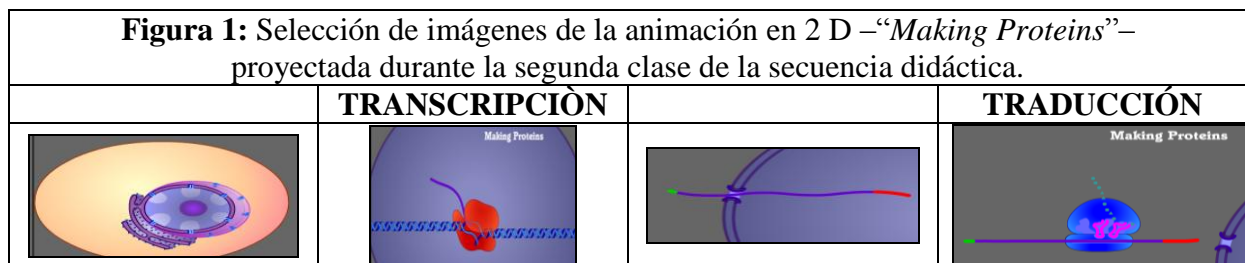
## METODOLOGÍA

La presente ponencia es parte de un estudio en curso<sup>1</sup> que estudia las condiciones didácticas para el desarrollo de situaciones de lectura y escritura al servicio del aprendizaje. Esta indagación se realiza a través del diseño, implementación, observación, audio-grabado y transcripción de una secuencia didáctica en clases de Biología y del relevamiento del punto de vista de los estudiantes y docentes. Se realizó en equipo entre la primera autora y dos docentes (uno de las cuales es la segunda autora). Su desarrollo refirió al proceso de Síntesis de Proteínas (SP), en un 5° año de una escuela secundaria en el conurbano bonaerense. El curso estaba constituido por 20 alumnos de edades de entre 16 y 20 años.

## LA SECUENCIA DIDÁCTICA

La propuesta de enseñanza fue de siete semanas (dos de contextualización y aproximación al tema, dos de profundización, dos de ampliación del conocimiento y recontextualización, y una de evaluación), e involucró imágenes de diferente naturaleza: animación en 3D, animaciones en 2D detenidas cuadro a cuadro, imágenes impresas en papel sin referencias verbales, imágenes incluidas en textos con densa información verbal, etc.

Para esta presentación enfocamos el análisis en una situación que tuvo lugar la segunda semana (durante las primeras aproximaciones de sentido) en la que se incluyó una animación en 2D –“*Making Proteins*”– que contiene escasa información conceptual sobre el proceso de SP. Su interpretación se propuso a los alumnos bajo la guía de dos preguntas: *¿Qué pasa en el interior de las células para que esta fabricación, o síntesis de proteínas, se lleve a cabo? ¿Qué tiene que ver el ADN, ARN y los Ribosomas en este proceso?* El propósito, entonces, era observar (varias veces) la animación y en interacción con la docente interpretar el proceso expuesto, y poder responder por escrito en las carpetas las preguntas formuladas al inicio de la clase.



## Resultados

SP es un tema difícil de abordar exclusivamente con situaciones de lectura y/o exposición del docente, sobre todo si se pretende que los alumnos se apropien genuinamente de los contenidos y no reproduzcan “como loros”. ¿Cómo hacer para que, llegado el momento de la lectura y de elaboración de las ideas científicas, pudiesen entender los textos? ¿Cómo comenzar a abordar este complejo procesote SP? La proyección de animaciones, la discusión sobre sus diversas interpretaciones y la escritura sobre lo visto brindaron a los alumnos un contexto donde situarse, y desde el cual partir hacia lo más complejo y disciplinar. Veamos cómo logran, en los siguientes fragmentos, construir las primeras aproximaciones de sentido con el propósito docente de *enseñarles a mirar*:

<sup>1</sup> Integra el programa del GICEOLEM, dirigido por Paula Carlino: <https://sites.google.com/site/giceolem2010>; y sus resultados forman parte del PICT 2010-0893.

<b>Tabla 1: Intercambio entre alumnos y con la docente sobre la interpretación de la animación</b>	
<b>Fragmento A</b>	<b>Fragmento B</b>
D: Bueno, escriban brevemente lo que vieron... [...]	D: [...]¿Este?
D: Bueno ¿Quién quiere empezar?	A <sub>3</sub> : El ribosoma.
A <sub>6</sub> : Yo no escribí nada.	A <sub>4</sub> : La hamburguesa.
D: No entendiste nada...	D: <b>El ribosoma, lo que decían hamburguesa, lo sacamos y ponemos ribosoma ¿El guante de box?</b>
A <sub>6</sub> : No.	A <sub>7</sub> : ARN...
A <sub>5</sub> : Había como un guante de boxeo...	<b>Fragmento C</b>
D: ¿El guante de boxeo que era?	A <sub>1</sub> : Profe yo tengo una pregunta ¿Por qué mientras van viniendo los aminoácidos los ARN t se van moviendo?
A <sub>3</sub> : La ARN polimerasa...	D: <b>Bueno, eso lo vamos a ver con más detalle cuando tengamos toda una clase de Traducción. Hoy vamos a ver todo el proceso en general para entender a grandes rasgos... Porque si no es mucha información de golpe... pero es buena la pregunta (...)</b>
D: Bien ¿Y qué hacía?	<b>Fragmento D</b>
A <sub>3</sub> : <b>Agarraba el ADN y formaba ARN.</b>	D: Bien. Entonces a esto que ocurre en todos los seres vivos (...) El ADN por medio de la Transcripción se copia a ARN y el ARN por Traducción en Proteínas ¿Preguntas?
A <sub>2</sub> : Estaban los cromosomas...	A <sub>8</sub> : ¿Algo para comer? Compramos una hamburguesa abajo y vemos los aminoácidos. Risas
D: Bien, esos fideos que iban después a la hamburguesa...	
A <sub>6</sub> : Que si no estaban no podían pasar.	
D: Iban pasando por la hamburguesa y esas cositas, si no era por eso no avanzaban. Muy bien.	
A <sub>6</sub> : Y de ahí salía como una cadenita.	
D: Me gustó esa palabra, “cadenita”. Bueno ¿Alguien quiere agregar algo más a estas interpretaciones muy culinarias, fideos...?	

Los **fragmentos A** y **B** dan cuenta de la intención docente de que los alumnos expongan libremente sus interpretaciones iniciales. La docente habilita a que interpreten como puedan, aunque no cuenten aún con “las etiquetas” disciplinares. Así, es que docente y alumnos pueden llamar al ARN como “fideo” o a la enzima “guante de boxeo”. Pues, en ese primer momento, lo importante era comprender: -que intervenían varios “componentes” (se comienzan a identificar tres: ADN, ARN y Ribosomas), -que existen etapas (Traducción y Transcripción), y -que se puede reconocer distintos sucesos en el flujo de información genética: ADN – ARNm – proteína. Así, en los intercambios se enseña qué y cómo mirar y entender SP, en una primera instancia.

En una segunda y tercera proyección, la docente los va acercando al conocimiento culturalmente aceptado a partir de reemplazar esos términos (con los que ensayaron interpretaciones) por aquellos científicos. Esto se logra “prestándole” palabras a las imágenes a partir de la exposición oral y de la toma de apuntes. Estos términos cobran sentido en el contexto de interpretación del proceso de SP, en las funciones que cumplen los componentes intervinientes, y no por fuera. Están insertos en una “historia” que les da sentido.

Por último, la docente explicita sus objetivos de aprendizaje y regula el flujo de información nueva que pone en circulación. Es así como en el **fragmento C** y **D** deja abiertas incógnitas que permitan “necesitar” de la lectura posterior del texto escrito, para alcanzar un nuevo y más complejo nivel de explicación del contenido.

## **CONCLUSIÓN**

Mirar, leer, escribir y aprender. Escribir, leer y comprender mejor lo observado. Situaciones entramadas que buscan convertirse en herramientas de aprendizaje. En la situación descripta, por un lado, la imagen se erigió como el primer anclaje para la comprensión. Su interpretación se convirtió en esquemas previos de explicación de la compleja información que los textos posteriormente exponen. Pero, además, esos esquemas previos construidos respecto de la observación y el intercambio con sus compañeros y docente abren la puerta y crean una necesidad de ir por más conocimiento que no se encuentra en el texto visual. Es un puntapié para asumir el trabajoso desafío de seguir construyendo y aproximándose el conocimiento científico para hacerlo propio.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Augustowsky, G. et al.2011. *Enseñar a mirar imágenes en la escuela*. Buenos Aires: Tinta Fresca
- Otero, M. y Greca, I. 2004. La imagen en los textos de física. *Caderno Bras. de Ensino de Física*. 21(1), 35-64.
- Perales, F. 2006. Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Eza de las Ciencias*, 24(1), 13-30.
- Pérez Echeverría, M. et al. 2009. *Aprender con imágenes e información gráfica*. En Pozo, J.I. *Psicología del aprendizaje universitario: La formación de competencias*. Madrid: Ediciones Morata.

---

## LA CAÍDA DE LOS REINOS: TALLER DE ACTUALIZACIÓN SOBRE BIODIVERSIDAD PARA DOCENTES DE ESCUELA MEDIA

*Silvina M. Rosa<sup>1\*</sup>, Analía A. Tolivia<sup>1</sup>, Vanina J. Galzenati<sup>1</sup>, Hugo Tricarico<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, (1428), Ciudad Autónoma de Buenos Aires - <sup>2</sup> Escuela de Humanidades, Universidad Nacional de San Martín, Campus Miguelete, Edificio Tornavías.

silvinarosa@gmail.com

---

### RESUMEN

Durante el Taller para docentes de escuela media “*La caída de los reinos: nuevos paradigmas en el estudio de la biodiversidad*”, que se desarrolló en la FCEN-UBA, se propuso el reemplazo del tradicional sistema de clasificación en cinco reinos, que no considera la preponderante diversidad de microorganismos ni las relaciones evolutivas entre los seres vivos, por el de tres dominios, a partir de la utilización de árboles evolutivos. En este trabajo se presentan los materiales y experiencias productos de este Taller, que constituyó un interesante espacio de intercambio entre investigadores del área y docentes de escuela media.

### INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el estudio de la biodiversidad ha experimentado profundos cambios, no sólo por la disponibilidad de nuevas herramientas tecnológicas, sino también por el reconocimiento de que los seres vivos no son entidades estáticas. Si bien la evolución provee un marco para comprender todas las características de los seres vivos y atraviesa todas las disciplinas biológicas, los contenidos de biodiversidad no suelen enseñarse desde una perspectiva evolutiva sino meramente descriptiva. Esto tiene en general, como resultado, evaluaciones en las que se califica la capacidad de los estudiantes para memorizar los rasgos que diferencian a los grandes grupos de organismos, perdiéndose la posibilidad de indagar acerca del significado biológico de tal variabilidad. Otro de los problemas en la enseñanza de la biodiversidad en el nivel medio es el retraso en la actualización de la información. Tal es el caso de la adopción del tradicional sistema de clasificación de cinco reinos, en lugar del actualmente vigente que incluye tres grandes grupos llamados *dominios* (Woese y Fox, 1977). Este último sistema, basado en la información contenida en el ADN y avalado por otros caracteres bioquímicos y morfológicos, no sólo considera las relaciones evolutivas entre los seres vivos sino también la preponderante diversidad de microorganismos.

Con el objetivo de familiarizar a los docentes de escuela media con herramientas actualizadas y adecuadas para la enseñanza de la biodiversidad en ese nivel, un grupo de docentes-investigadores del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires propusimos el taller “*La caída de los reinos: nuevos paradigmas en el estudio de la biodiversidad*” que se desarrolló durante la “Semana de la Enseñanza de las Ciencias”, y se repitió en la “Semana de la Biología”. Durante el mismo se abordaron algunos de los conceptos centrales de la sistemática biológica con una conceptualización y vocabulario acordes al nivel medio.

### DESARROLLO DEL TALLER

Se contó con un total de 37 participantes entre los dos encuentros, la mayoría de ellos docentes de nivel medio, y algunos estudiantes del Profesorado de Biología. El Taller, de tres horas de duración, incluyó una primera etapa de revisión de aspectos teóricos, y una segunda abocada a la resolución de seis situaciones problemáticas, en grupos de 2 a 4 integrantes con posterior puesta en común oral. Se desarrollaron cuatro ejes conceptuales escogidos por los

organizadores en base a su experiencia profesional y docente por ser pilares del paradigma actualmente aceptado por la comunidad científica, y escasamente tratados en el nivel medio. Este trabajo en grupos colaborativos es un recurso didáctico que los docentes pueden luego utilizar en sus clases y se enmarcan dentro de una serie de modelos didácticos que sugerimos, tales como el planteo de situaciones problemáticas, la investigación dirigida, las relaciones tecnológicas y sociales de las ciencias, etc. (Porlán *et al.*, 1995).

*1. Los árboles evolutivos como herramienta para representar relaciones de parentesco entre los seres vivos*

Las relaciones de parentesco (filogenia), reconocidas actualmente como el criterio más útil para clasificar a los organismos, pueden representarse mediante diagramas jerárquicos ramificados llamados árboles evolutivos. A partir de estos diagramas es posible describir los principales rasgos de los grupos de seres vivos desde una perspectiva evolutiva y reconocer grupos monofiléticos (aquellos en los que se presume que todos sus miembros derivan de un ancestro común). Entre las actividades propuestas se incluyó la construcción de un árbol evolutivo para relacionar organismos previamente clasificados mediante diagramas de Venn, el reconocimiento de los elementos de un árbol evolutivo general y de grupos monofiléticos, y el análisis de características de las plantas a partir de la lectura de un árbol evolutivo.

*2. La información contenida en el ADN como carácter para clasificar a los seres vivos*

La secuencia de bases nitrogenadas de la molécula de ADN constituye uno de los caracteres más utilizados para inferir relaciones de parentesco y proponer clasificaciones, debido a que codifica todas las características de los organismos permitiendo establecer comparaciones entre seres vivos similares y muy diferentes. Esto se ilustró en un problema en el que se compararon secuencias de cuatro letras (A, G, C y T) para cinco seres vivos distintos, estableciendo luego agrupamientos entre ellos en base a la similitud entre sus secuencias. A partir de estos agrupamientos se construyó un árbol evolutivo, al que luego se asignaron organismos conocidos.

*3. Clasificación de la biodiversidad en tres grandes grupos llamados “dominios”*

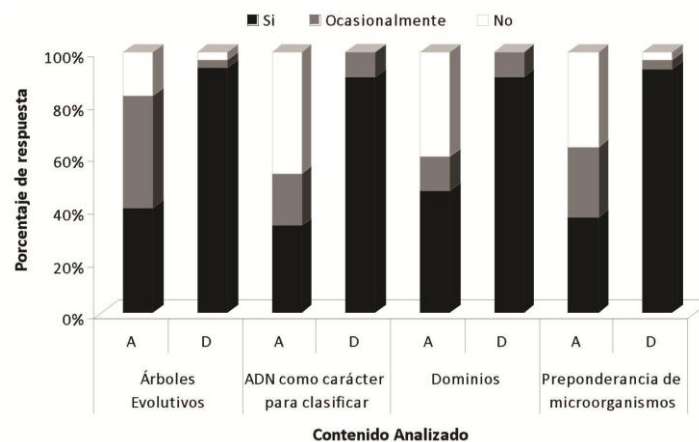
La comparación de las secuencias de ADN que codifican para el ARN ribosomal de las subunidades pequeñas (16S y 18S) han mostrado que la vida en este planeta se divide en tres agrupamientos primarios denominados dominios (Eubacteria, Archaeobacteria y Eukarya). Dos de estos grupos naturales (Eubacteria y Archaeobacteria) son considerados como un único reino (Monera) en el sistema tradicional, mientras que uno de ellos, Eukarya, contiene numerosos grupos monofiléticos, de los cuales sólo tres pequeños subgrupos corresponden a los tradicionales reinos Planta, Animal y Fungi. Para ilustrar esta imposibilidad de clasificar a los seres vivos en cinco grupos adoptando un criterio evolutivo se propusieron dos problemas. En el primero de ellos, se presentó un árbol evolutivo general de la vida, en base al propuesto por Woese y Fox (1977) y ampliando el dominio Eukarya con los grandes grupos resumidos recientemente por Adl *et al.* (2012). A partir de la lectura de este árbol, se analizaron las relaciones evolutivas entre organismos conocidos. En el segundo problema, se solicitó establecer una clasificación en dos, tres y cinco grupos para diez organismos descriptos. De acuerdo con lo esperado, los participantes pudieron separar a estos seres vivos en dos y tres grupos, pero no en cinco.

#### 4. Preponderante diversidad de microorganismos

La información presentada durante la revisión de aspectos teóricos y durante la resolución de problemas, ilustró claramente que plantas y animales son sólo una pequeña fracción de los seres vivos, siendo los microorganismos la forma de vida más abundante y diversa en la Tierra. Esto se analizó en el problema correspondiente al árbol evolutivo general de la vida y en un problema en el que se discutió el tipo de seres vivos potencialmente más amenazados por la creciente extinción de especies.

### CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del Taller, hubo un constante intercambio de opiniones entre los participantes y organizadores, en el que se analizó la factibilidad de tratar los ejes propuestos en el aula de la escuela media. Los participantes completaron una encuesta al concluir el taller, cuyos resultados indicaron que el 90% de ellos enseñaba temas de biodiversidad en el nivel medio. Menos de la mitad de los docentes manifestó tratar regularmente los cuatro ejes propuestos durante sus clases, pero más del 90% expresó que lo haría después de haber realizado el taller (Fig. 1). De este modo, la propuesta de abordar la biodiversidad desde una perspectiva evolutiva, tanto a partir del uso de árboles evolutivos como del reemplazo del sistema de clasificación en cinco reinos por el de tres dominios, fue percibida positivamente por los participantes. Adicionalmente este espacio permitió la consulta de inquietudes que los docentes tenían sobre algunos temas puntuales y nos ha incentivado a los organizadores a la elaboración de materiales didácticos que puedan ser empleados en el aula en un futuro.



**Figura 1:** Porcentajes de respuestas de los participantes del taller para docentes “La caída de los reinos” sobre el tratamiento de contenidos de biodiversidad en sus clases antes de realizar el mismo (A), y acerca de su intención de incluirlos después (D) de concluido el taller (N=30).

### BIBLIOGRAFÍA

- Adl, S. M., Simpson, A. G. B., Lane, C. E., Lukeš, J., Bass, D., Bowser, S. S., Brown, M. W., Burki, F., Dunthorn, M., Hampl, V., Heiss, A., Hoppenrath, M., Lara, E., le Gall, L., Lynn, D. H., McManus, H., Mitchell, E. A. D., Mozley-Stanridge, S. E., Parfrey, L. W., Pawlowski, J., Rueckert, S., Shadwick, L., Schoch, C. L., Smirnov, A. y Spiegel, F. W. 2012. The Revised Classification of Eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 59: 429–514.
- Porlán, R., Cañal, P. y García, E. 1995. *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Colección Investigación y Enseñanza. Serie Fundamentos. Sevilla: Diada Editora.

Woese, C. R. y Fox, G. E. 1977. Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: The primary Kingdoms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 74 (11):5088-5090.