



Fotografía  
*Edgar Orlay Valbuena Ussa*



# LAS IMÁGENES DE ESPECIES EXÓTICAS E INVASIÓN BIOLÓGICA EN LIBROS DE TEXTO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA ARGENTINA

## Images of Exotic Species and Biological Invasion in Argentine Secondary School Textbooks

## As imagens de espécies exóticas e invasão biológica nos livros didáticos do ensino médio argentino

Alfredo Vilches\*  
Isaac Corbacho-Cuello\*\*  
Rocío Esteban-Gallego\*\*\*

Fecha de recepción: 10 de agosto de 2021  
Fecha de aprobación: 12 de diciembre de 2021

### Cómo citar:

Vilches, A., Corbacho-Cuello, I. y Esteban-Gallego, R. (2022). Las imágenes de especies exóticas e invasión biológica en libros de texto de Educación Secundaria argentina. *Bio-grafía*, 15(28). <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/bio-grafia/article/view/16535>

### Resumen

Las especies exóticas invasoras (EEI) constituyen la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel mundial. En Argentina, existe un número significativo de estas especies, responsables de provocar perjuicios ambientales y pérdidas económicas de relevancia. En este artículo se analizan las imágenes vinculadas con las especies exóticas e invasiones biológicas contenidas en libros de texto (LT) de Ciencias Naturales y Biología, pertenecientes a dos niveles educativos de la provincia de Buenos Aires, Argentina (Educación Secundaria Básica, ESB y Educación Secundaria Superior, ESS). Las imágenes se analizaron teniendo en cuenta: iconicidad, relación con el texto principal, etiquetas verbales, funcionalidad y contenido. Los resultados revelan un patrón similar en los LT de ambos niveles, en los que las fotografías son las imágenes más utilizadas por las editoriales; sobre la relación con el texto principal, la mayoría

\* Profesor investigador. Laboratorio de Investigación e Innovación en Educación en Ciencias Exactas y Naturales. Instituto de Investigaciones en Humanidades y Ciencias Sociales, IDIHCS (FAHCE/UNLP-CONICET). Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. UNLP. Buenos Aires, Argentina. [alfrevilches@yahoo.com](mailto:alfrevilches@yahoo.com). Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7268-3371>

\*\* Profesor. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas. Universidad de Extremadura. Badajoz, España. [icorbacho@unex.es](mailto:icorbacho@unex.es). Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1768-8270>

\*\*\* Profesor Titular. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas. Universidad de Extremadura. Badajoz, España. [rocioesteban@unex.es](mailto:rocioesteban@unex.es). Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4610-4732>

de las imágenes son de tipo connotativas, con etiquetas verbales nominativas. En cuanto a la funcionalidad de las fotografías, las complementarias fueron las más abundantes, y en lo que respecta al contenido, los ejemplos de mamíferos predominaron sobre otros grupos. Se espera que la información relevada implique un aporte significativo para futuras ediciones de libros de texto.

**Palabras clave:** especies exóticas; invasiones biológicas; imágenes; libros de texto; Educación Secundaria

## Abstract

The invasive exotic species constitute the second leading cause of biodiversity loss worldwide. In Argentina, there are a significant number of these species, which are responsible for causing relevant environmental damage and economic losses. This article analyzes the images related to exotic species and biological invasions contained in textbooks of Natural Sciences and Biology belonging to two educational levels of the province of Buenos Aires, Argentina (Basic Secondary Education and Upper Secondary Education). The images were analyzed in terms of iconicity, relationship with the main text, verbal labels, functionality, and content. The results reveal a similar pattern in textbooks at both levels, in which photographs are the images most used by publishers; regarding the relationship with the main text, most of the images are of the connotative type, with nominal verbal labels. In terms of functionality, complimentary photographs were the most abundant, and in terms of content, examples of mammals predominated over other groups. The information gathered is expected to make a significant contribution to future textbook editions.

**Keywords:** exotic species; biological invasions; images; textbooks; secondary school

## Resumo

As espécies exóticas invasoras (EEI) constituem a segunda causa de perda de biodiversidade em todo o mundo. Na Argentina, existe um número significativo dessas espécies, responsáveis por causar danos ambientais e perdas econômicas significativas. Neste artigo analisam-se as imagens vinculadas a espécies exóticas e invasões biológicas contidas em livros didáticos (LD) de Ciências Naturais e Biologia, pertencentes a dois níveis educacionais da província de Buenos Aires, Argentina (Ensino Médio Básico, EMB e Ensino Médio Superior, EMS). As imagens foram analisadas levando em consideração: iconicidade, relação com o texto principal, rótulos verbais, funcionalidade e conteúdo. Os resultados revelam um padrão semelhante nos LD de ambos os níveis, em que as fotografias são as imagens mais utilizadas pelas editoras; quanto à relação com o texto principal, a maioria das imagens são de tipo conativo, com rótulos verbais nominativos. Quanto à funcionalidade das fotografias, as complementares foram as mais abundantes, e respeito ao conteúdo, os exemplos de mamíferos prevaleceram sobre os demais grupos. Espera-se que a informação coletada implique uma contribuição significativa para futuras edições de livros didáticos.

**Palavras-chave:** espécies exóticas; invasões biológicas; imagens; livros de texto; Ensino Médio



## Introducción

Las especies exóticas son aquellas que, por acción del ser humano, se encuentran fuera de su área de distribución natural. Algunas de ellas pueden convertirse en invasoras con lo que generan importantes impactos negativos, tanto en el sistema natural como en el socio-económico; motivo por el cual son consideradas como la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel global (Darrigran y Damborenea, 2011). Han sido detectadas como una amenaza importante para la conservación de la biodiversidad (Fasola y Roesler, 2016; Torres y González-Pisani, 2016) y se han reconocido como generadoras de impacto negativo sobre las especies nativas, los servicios ecosistémicos (Vilá *et al.*, 2010) y en aspectos económicos y sociales (InBiAr, 2020). Existen diversas organizaciones y disposiciones internacionales que señalan a la educación ambiental como un instrumento necesario para la lucha contra las especies exóticas invasoras (EEI) (e.g., la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, el Convenio sobre la Diversidad Biológica o el Programa Mundial sobre Especies Invasoras). Estas instituciones reconocen el valor de la educación como una herramienta de prevención imprescindible para dar a conocer a los estudiantes, las causas, problemas y posibles soluciones para minimizar los riesgos derivados de las invasiones biológicas (Capdevila Argüelles *et al.*, 2006; Vilches *et al.*, 2010). En cuanto al Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB, 1992), en su artículo 13, se insta a las partes contratantes a que implementen acciones de educación y sensibilización pública. En este objetivo puede tener un papel destacado la imagen, que cuando se acompaña de la palabra, deja de ser una mera ilustración para cumplir una función explícita en la adquisición de conocimiento (Vicente, 2008). En este sentido, en el documento de la Estrategia de Comunicación y Concientización Pública (ECCP, 2017) se recomienda trabajar con imágenes que retraten el impacto de las EEI en el país o bien muestren claramente la amenaza de las invasiones biológicas. Sobre esta base, se proponen las imágenes como herramienta clave para construir un sentido de valor sobre aquello que se pierde o está amenazado, para ello es importante producir imágenes sobre especies nativas, así como de ambientes que están amenazados por las EEI.

El uso de la imagen como medio para comunicar información es una línea de investigación en la Didáctica de las Ciencias Naturales (Perales-Palacios, 2006) y, aunque ciertos referentes señalan que la abundancia de estos recursos en los libros de texto no favorece la comprensión de los conceptos que ilustran (Lee, 2010;

Perales y Jiménez, 2002), en general son considerados recursos valiosos, destacados como registros semióticos de importancia y una de las formas del lenguaje de las ciencias (Duval, 1999; Lemke, 2002). También son considerados como un apoyo y complemento para la educación en ciencias, dado que aclaran contenidos a la vez amenizan y amplían su desarrollo (González *et al.*, 2012). Una ilustración tiene un valor en sí misma, ya que aporta elementos que no están presentes en el texto (Jiménez *et al.*, 1997); por lo que, resulta relevante realizar una selección de imágenes bien construidas y de calidad, dado que estas favorecen la enseñanza; por ejemplo, cuando se tratan contenidos complejos, las imágenes explicativas pueden facilitar la comprensión del tema (Carney y Levin, 2002; Stylianidou *et al.*, 2002).

El uso de imágenes combinadas con texto verbal es de importancia en las ciencias naturales, puesto que la premisa central de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia sostiene que, se aprende más profundamente una información si es presentada con palabras e imágenes en lugar de hacerlo solo con palabras, es decir, es más probable que los alumnos construyan modelos mentales verbales y gráficos, y las conexiones que puedan establecerse entre ellos (Mayer, 2009 como se citó en Raviolo, 2019).

En relación a la utilización de este recurso, el uso de la imagen se ha extendido en diferentes ámbitos (científico y académico, entre otros) (Perales-Palacios, 2006; Pozzer y Roth, 2005). En este sentido, en libros de texto de biología destinados a educación secundaria, las imágenes tienen una presencia destacada. Las razones que justifican esta prevalencia van desde intereses propios de la editorial hasta el desinterés por la lectura de los propios estudiantes (Bruzzo, 2004). La presencia de imágenes da un carácter multimodal a la comunicación científica, que implica la articulación del lenguaje verbal y el lenguaje de imágenes (Piccinini y Martins, 2004). Siguiendo este razonamiento, las representaciones visuales en los libros de texto cuentan como formas semióticas de construcción de significados, por lo que las imágenes no serían meras ilustraciones con función accesoria (Bruzzo, 2004); sino que, poseen valor cognitivo y cumplen con importantes funciones mediadoras en la apropiación del lenguaje de la ciencia escolar (Piccinini y Martins, 2004). Así, en un libro de texto, las imágenes forman parte del paratexto, es decir, todo lo que rodea al texto principal, colaborando con el lector a relacionar el mensaje escrito con distintos gráficos e imágenes distribuidos en una página. Las imágenes se transforman en ilustraciones cuando fijan o aferran el

texto otorgando dimensión e importancia a determinados fragmentos. La ilustración cumple diversas funciones, como realzar el texto, aclararlo, etc.

En las publicaciones científicas y en los libros de texto se incluyen diversos tipos de ilustraciones, como fotografías, dibujos, esquemas y gráficas (Díaz y Pandiella, 2007). Según Perales-Palacios (2006), es posible marcar una diferencia entre imagen e ilustración: la imagen es una representación de seres, objetos o fenómenos, ya sea con un carácter gráfico o mental; mientras que la ilustración “se trata de una imagen más específica, de carácter exclusivamente gráfico y que acompaña a los textos escritos con la intención de complementar la información que suministran” (p. 14). Por lo tanto, en el contexto del material gráfico que puede presentarse en los libros de texto, el concepto de imagen es más general que el de ilustración. Así lo expresan también Díaz y Pandiella (2007) al afirmar que “la imagen se transforma en ilustración cuando ancla el texto dando volumen o jerarquizando ciertos pasajes. La ilustración cumple diversas funciones mostrando o esclareciendo una idea o una noción” (p. 426).

El objetivo de este trabajo es analizar las imágenes que se incluyen en los libros de texto de Educación Secundaria Básica (ESB) y Educación Secundaria Superior (ESS) cuando se realiza el tratamiento de las especies exóticas y las invasiones biológicas.

## Metodología para el análisis de las imágenes

### Muestra

La muestra está formada por 42 libros de texto (LT) correspondientes a dos niveles educativos: 25 a Enseñanza Secundaria Básica (ESB, 12-15 años de edad) y 17 a Enseñanza Secundaria Superior (ESS, 16-18 años). Abarcan los años de edición entre el año 2000 y 2019. Los LT se seleccionaron teniendo en cuenta las editoriales de mayor difusión en la provincia de Buenos Aires (Argentina), que además son más utilizadas en las escuelas por docentes y alumnos. En el diseño curricular de la provincia de Buenos Aires, la temática relacionada con la introducción de especies exóticas y las invasiones biológicas se encuentra como contenido en el espacio curricular de ciencias naturales, correspondiente al primer año de la Educación Secundaria Básica (ESB); Asimismo, los contenidos relacionados con la dinámica de los ecosistemas, relaciones tróficas y conservación de la biodiversidad ofrecen la oportunidad de estudiar las invasiones biológicas a lo largo de la ESS (Campos *et al.*, en prensa); en este sentido, en el espacio curricular de biología, corres-

pondiente al cuarto año, y en Ambiente, Desarrollo y Sociedad, del sexto año (ESS) de la orientación en ciencias naturales, se abordan estos temas. Por lo expuesto, estos espacios curriculares ofrecen la ocasión de estudiar las invasiones biológicas y especies exóticas. Siguiendo esta línea, se analizaron los LT correspondientes al primer año de la ESB y al cuarto y sexto año de la ESS.

## Categorías de análisis

En cada libro de texto se identificaron las imágenes utilizadas para ilustrar el tratamiento relacionado con las especies exóticas y las invasiones biológicas. Las imágenes se clasificaron en ilustraciones (e.g., fotografías y dibujos), diagramas verbales (e.g., mapa conceptual, tablas y esquemas) y representaciones cuantitativas (e.g., gráficas y tablas numéricas) según lo propuesto por López-Manjón y Postigo (2014). La vinculación entre las imágenes y el texto se categorizó, siguiendo a Perales y Jiménez (2002), en: i) connotativa; ii) denotativa y iii) sinóptica. Para las etiquetas verbales también se utilizó la taxonomía propuesta por estos autores en: i) sin etiquetas; ii) nominativas y iii) relacionales. La función de las imágenes fotográficas se clasificó, siguiendo a Pozzer y Roth (2003), en: i) decorativas; ii) ilustrativas; iii) explicativas y iv) complementarias. Otro aspecto valorado en las imágenes es el relacionado con el contenido científico comprendido o subyacente a las mismas, este es representado mediante un lenguaje visual que debe ser interpretado por quien observa dichas representaciones icónicas o no textuales. De este modo, el contenido de las imágenes se analizó teniendo en cuenta lo representado en cada una; así la manera en que se incorpora una imagen dentro del texto, incide en el modo de observar el fenómeno representado; la forma en que esta se interpreta depende de la organización de la figura y la relación que tiene con otras imágenes; de este modo, se puede hallar una fotografía sola, un par o una serie de ellas. En el caso de las fotografías organizadas por pares, estas revisten interés dado que permiten hacer comparaciones externas (como el caso de las fotografías donde se observa una especie exótica y otra nativa). Teniendo en cuenta estos aspectos, también se analizó la forma que se presentan las fotografías en: individuales y dobles.

## Análisis de los datos

La variable de respuesta fue la presencia (=1) o ausencia (=0) de cada categoría de análisis en los libros de texto de los dos niveles (ESB y ESS). El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo a través del test de Chi-cuadrado, que indica el grado de ajuste que se logra entre la frecuencia de ocurrencia de las distribuciones observadas

y las frecuencias teóricas esperadas. Para determinar la asociación o independencia entre los libros de texto de los dos niveles educativos (ESB y ESS) y las variables de respuestas para cada categoría, se realizaron pruebas de Chi-cuadrado para tablas de contingencia. Esta prueba se acepta si no hay más del 25 % de las casillas en las que el valor de la frecuencia esperada es menor a cinco; en este caso se calculó la prueba exacta de Fisher. Los datos fueron procesados con el programa SPSS® (IBM, Statistics versión 25) y se tomó un nivel de significación del 5 %.

## Resultados y discusión

### Presencia de imágenes

De la totalidad de LT analizados (N=42), 34 incluyeron 77 imágenes vinculadas al tratamiento de las especies exóticas y las bioinvasiones. La presencia de imágenes en los textos fue significativamente mayor a los valores teóricos esperados en los dos grupos: i) Del conjunto de LT perteneciente al nivel ESB (25), el 76 % presentaron un total de 50 imágenes, en tanto que el 24 % de los manuales no utilizaron este recurso ( $\chi^2=6,76$ ;  $gl=1$ ;  $p$ -valor=0,009); ii) Por su parte, el 88 % de los LT correspondientes a ESS (17) incluyeron un total de 27 imágenes, y solo en dos ejemplares (12 %) no se registró su presencia ( $\chi^2=9,94$ ;  $gl=1$ ;  $p$ -valor=0,02). Estos resultados expresan independencia entre los LT de los dos niveles educativos (Prueba exacta de Fisher,  $p$ -valor=0,439), dejando en evidencia la importancia que le dan las editoriales a la inclusión de estos recursos; ello concuerda con el significativo rol que desempeña el uso de imágenes desde un punto de vista didáctico, cuando estas son utilizadas de manera adecuada en diversas secuenciaciones o propuestas para el aula (Silva *et al.*, 2006). Dicha importancia radica en que son consideradas como soporte y complemento para la educación en ciencias, ya que aportan elementos que no están presentes en el texto (Jiménez *et al.*, 1997), aclaran contenidos y amplían su desarrollo (González *et al.*, 2012). Además, desde el punto de vista de la psicología cognitiva, las imágenes movilizan la atención o las emociones del observador favoreciendo la construcción de aprendizajes más profundos que permiten su aplicación a diferentes problemáticas o situaciones (Palmucci, 2017). Asimismo, en la historia de la ciencia moderna y, especialmente, de las Ciencias Naturales, la representación visual fue un instrumento para la construcción de saberes disciplinares (Palmucci, 2017). Sin embargo, la cantidad de imágenes presentes en un libro de texto no es, obligatoriamente, sinónimo de calidad. El uso cada vez mayor de imágenes, en los libros de texto, queda didácticamente anulado cuando existe una desunión entre el mensaje dado por la imagen y el texto escrito que lo acompaña, pues impide la construcción de sentidos y significados científicos

(Otero *et al.*, 2002 como se citó en Correia y Gomes, 2017). A pesar de esta potencial inoperatividad, puede sostenerse que las imágenes resultan un complemento no textual de interés para el desarrollo de los contenidos textuales en los libros de texto, cuando estos son utilizados de manera adecuada, atendiendo a una pertinente integración entre recursos textuales y no textuales.

### Grado de iconicidad

El análisis del grado de iconicidad, o el nivel de realismo que posee una imagen respecto a un objeto, indica que las fotografías fueron las imágenes más utilizadas por los manuales de ambos grupos (tabla 1), siendo un 84 % de las imágenes en ESB, resultado que muestra diferencias estadísticamente significativas con los valores teóricos esperados ( $\chi^2=58,84$ ;  $gl=2$ ;  $p$ -valor=0,000); del mismo modo, en los LT de ESS, también fueron significativamente mayoritarias (59 %,  $\chi^2=9,55$ ;  $gl=2$ ;  $p$ -valor=0,008). Los diagramas y gráficas (de menor grado de iconicidad que las fotografías), al igual que los dibujos figurativos estuvieron presentes en porcentajes menores en los dos conjuntos de manuales; la prueba de independencia mostró diferencias significativas entre los dos grupos de LT (Prueba de Fisher,  $p$ -valor=0,037).

**Tabla 1.** Distribución del número de imágenes según el grado de iconicidad en los manuales analizados. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior.  $p$ = valor del test de Chi-cuadrado. Significación bilateral  $p \leq 0,05$ . Negrita= diferencias significativas

	ESB (n=50)	ESS (n=27)	$p$ (Prueba de independencia $\chi^2$ )
Fotografías	42 (84 %)	16 (59 %)	0,037
Diagramas y gráficas	7 (14 %)	8 (30 %)	
Dibujos figurativos	1 (2 %)	3 (11 %)	

Esto evidencia la importancia que le han otorgado las editoriales a la inclusión de este tipo de imágenes, las fotografías, que muestran al objeto tal cual se lo percibe, con un alto valor de iconicidad y con un papel prominente para ejemplificar conceptos y representar organismos vivos (Pozzer y Roth, 2003). El dibujo y la fotografía científica son técnicas complementarias muy convenientes para utilizar en textos de Biología (Grilli *et al.*, 2015), y, en estos casos, la distancia iconográfica es extremadamente reducida, por lo que, llevar imágenes de este tipo al aula es un modo de acercar el propio objeto al alumnado (Silva *et al.*, 2006).



Los resultados de este trabajo coinciden con otros en los cuales las fotografías fueron las imágenes preponderantes en los libros de texto en general (Artola *et al.*, 2016; Louzada-Silva y Silva-Carneiro, 2013; Perales y Vilchez, 2015; Silva-Arias y Jiménez-Pérez, 2017) y en los libros de texto de biología dedicados a la educación secundaria en particular (Pozzer y Roth, 2003). Aunque existen estudios que señalan que la utilización masiva de fotografías no favorece la comprensión de los textos, y que su presencia estaría más relacionada con una cuestión vinculada a atraer a los lectores (Perales y Jiménez, 2002); otros confirman que las fotografías desempeñan un papel pedagógico significativo en los libros de texto y mejoran el aprendizaje de los alumnos (Link-Pérez *et al.*, 2010), ya que poseen un rol pedagógico predominante (Dimopoulos *et al.*, 2003; Pozzer y Roth, 2005), y tienen mayor relevancia que otras formas de representaciones gráficas, lo que puede estar vinculado con que las fotografías constituyen auténticas representaciones de la realidad (Pozzer y Roth, 2003). Asimismo, Palmucci (2017) destaca que, debido a su alta iconicidad, las fotografías utilizadas en las clases de biología, permiten afianzar distintos aspectos del mundo natural en el aula, favorecen la observación de la diversidad de la vida y reemplazan la práctica de observación directa que no siempre se lleva a cabo en las escuelas.

## Relación con el texto principal

La relación encontrada entre las imágenes y el texto principal (tabla 2) muestra que la mayoría de ellas son de tipo connotativo, es decir, que no se establece una relación explícita entre las imágenes y el texto escrito; cualquier relación debe realizarla el lector, dado que no se encuentran orientaciones al respecto. En menor medida se encontraron las de tipo denotativo, que establecen una correspondencia entre el texto y los elementos de la imagen, en tanto que no hubo de tipo sinópticas (el texto describe la correspondencia entre los elementos de la ilustración y los contenidos representados). Las diferencias encontradas a favor de las imágenes connotativas en los dos grupos difieren significativamente con los valores teóricos esperados (ESB,  $\chi^2=38,7$ ;  $gl=1$ ;  $p\text{-valor}=0,000$ ; ESS,  $\chi^2=4,48$ ;  $gl=1$ ;  $p\text{-valor}=0,034$ ). La prueba de independencia indica que estas diferencias son estadísticamente significativas (Prueba de Fisher;  $p\text{-valor}=0,013$ ) (tabla 2).

	ESB (n=50)	ESS (n=27)	p (Prueba de independencia $\chi^2$ )
Connotativas	47 (94 %)	19 (70 %)	0,013(a)
Denotativas	3 (6 %)	8 (30 %)	

**Tabla 2.** Distribución del número de imágenes según su relación con el texto principal. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. p= valor del test de Chi-cuadrado. a: valor de p cuando la frecuencia esperada es menor a 5 en más del 25 % de las casillas (prueba exacta de Fisher). Significación bilateral  $p \leq 0,05$ . Negrita= diferencias significativas

Estos resultados coinciden con los hallados por otros autores que señalan una escasa vinculación entre el texto y las imágenes (Perales y Jiménez, 2002; Mampel *et al.*, 2015), situación que no favorecería una comprensión de manera profunda, dada la ausencia de relaciones entre ambos tipos de recursos, puesto que la comprensión de los textos escritos aumenta cuando estos se acompañan por imágenes que guardan relación con el texto (Mayer, 2009). Así, autores como Correia y Gomes (2017), se cuestionan la utilidad de incorporar un número relevante de imágenes que no poseen relación con el texto que las acompaña, aunque la posición de la imagen también puede ser un factor determinante en su utilidad, si la imagen se incluye inmediatamente después de la mención en el texto, se establece un vínculo directo entre el texto y la imagen (Pozzer y Roth, 2003). Por el contrario, cuando no se realiza una referencia o cuando la fotografía se coloca alejada del texto correspondiente, depende del lector encontrar si existe cualquier relación entre una fotografía con el texto principal.

## Etiquetas verbales

El análisis de las etiquetas verbales, o textos incluidos en las imágenes o como pie de figura, indica que en ambos grupos de LT se incluyen significativamente más imágenes con etiquetas nominativas, en relación a las que poseen etiquetas de tipo relacional o las que no contienen etiquetas (ESB,  $\chi^2=49,12$ ;  $gl=2$ ;  $p\text{-valor}=0,000$ ; ESS,  $\chi^2=10,7$ ;  $gl=1$ ;  $p\text{-valor}=0,001$ ) (tabla 3). La prueba de independencia muestra que no hay asociación entre los niveles educativos y la presencia de etiquetas verbales en los libros de texto (Prueba de Fisher,  $p\text{-valor}=0,297$ ) (tabla 3).

	ESB (n=50)	ESS (n=27)	p (Prueba de independencia $\chi^2$ )
Nominativas	40 (80 %)	22 (81 %)	0,297(a)
Sin etiqueta	6 (12 %)	5 (19 %)	
Relacionales	4 (8 %)	0 (0 %)	

**Tabla 3.** Número de imágenes sobre especies exóticas y bioinvasiones según el tipo de etiquetas verbales presentes en los manuales de ESB y ESS. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. p= valor del test de Chi-cuadrado. a: valor de p cuando la frecuencia esperada es menor a 5 en más del 25 % de las casillas (prueba exacta de Fisher). Significación bilateral  $p \leq 0,05$

La presencia de etiquetas verbales en las imágenes favorece la interpretación de las mismas (Perales y Jiménez, 2002) y refuerza el vínculo con el texto, ya que vincula el contenido de este con la imagen (Pérez de Eulate *et al.*, 1999) y ayuda a los estudiantes a interpretar fotografías e identificar su propósito. Cuando la etiqueta verbal no ayuda a los estudiantes a identificar inequívocamente lo que se quiere mostrar en la fotografía, su existencia ya no es esencial para el trabajo de interpretación, ya que se debe recurrir a recursos distintos a la leyenda para identificar el tema de la fotografía (Poizzer y Roth, 2005). Por el contrario, una imagen descontextualizada o que no cuente con un pie de figura puede favorecer la construcción de conceptos o ideas incorrectas (Correia y Gomes, 2017).

Los resultados de este trabajo coinciden con los hallados por Mampel *et al.*, (2015) y Matus, Benarroch y Perales (2008), quienes encontraron un predominio de imágenes con etiquetas verbales de tipo nominativa. Por su parte, la preponderancia de relaciones connotativas entre imágenes y texto, y de etiquetas nominativas está relacionado con la idea de que cuanto mayor es la iconicidad de una imagen, en este caso fotografías, menos comentarios y aclaraciones se requieren para su comprensión (Perales y Jiménez, 2002). Si bien las etiquetas verbales colaboran en la interpretación de las imágenes, en algunas ocasiones esta relación presenta algunas discordancias, como la discrepancia encontrada entre fotografía y pie de figura en un manual de ESS, donde se presentan las consecuencias de los disturbios producidos por introducción de especies exóticas y se utiliza una fotografía de la mara o liebre patagónica (*Dolichotis patagonum*), como ejemplo de especie introducida, cuando en realidad se trata de una

especie de roedor nativo de Argentina; estos resultados coinciden con los hallados por Campos *et al.* (en prensa).

Otro ejemplo es el que se incluye en ESB; se trata de una fotografía de dos osos polares (*Ursus maritimus*) en cuyo pie de figura se indica que la tundra es uno de los biomas más fríos del mundo y alberga fauna exótica; aquí, el término *exótico* no es utilizado de manera adecuada, ya que los osos polares son nativos de esa región. Errores similares fueron detectados en estudios relacionados con las imágenes de dinosaurios (Mampel *et al.*, 2015), geológicas y geocientíficas en libros de texto de Brasil (Silva y Compiani, 2006). Estas debilidades refuerzan la idea de la vigilancia epistemológica que el docente debe realizar en relación al trabajo de los estudiantes con los libros de texto, cuestión que requiere que el docente conozca las especies en cuestión y, de esta manera, pueda realizar aclaraciones y recorrer otros itinerarios didácticos, por ejemplo, utilizando las debilidades reconocidas en el material bibliográfico, como fuente de actividades de clase (Campanario, 2001); el diseño curricular alienta también a gestionar el error como parte de un proceso de construcción de significados (DGCYE, 2006). Del mismo modo, Poizzer y Roth (2003) recomiendan prestar atención a las posibilidades de las fotografías para mejorar la comprensión de la información textual; estas podrían convertirse en objetos de discusiones en sí mismas, permitiendo desarrollar ideas sobre cómo y qué mirar en una fotografía, y cómo interpretarla en el contexto de otras fuentes textuales proporcionadas en la página.

## Funcionalidad de las ilustraciones

Respecto a la funcionalidad de las ilustraciones (fotografías y dibujos figurativos), en los dos grupos de LT existe un predominio de la función complementaria (tabla 4), es decir, aquella donde en el pie de figura se agrega nueva información sobre el tema que no ha sido mencionada en el texto principal. Si bien la función complementaria fue mayor en ambos grupos de textos, solo presentó diferencias significativas en los LT de ESB (52 % ESB,  $\chi^2=16,25$ ;  $gl=3$ ;  $p\text{-valor}=0,001$ ; 37 % ESS,  $\chi^2=2,68$ ;  $gl=3$ ;  $p\text{-valor}=0,504$ ). Luego, la presencia de ilustraciones con funciones decorativas, ilustrativas y decorativas fueron menos frecuentes. La prueba de independencia indica que no hay asociación entre los niveles de los LT y la funcionalidad de las ilustraciones (Prueba de Fisher,  $p\text{-valor}=0,708$ ) (tabla 4).



	ESB (n=43)	ESS (n=19)	p (Prueba de independencia $\chi^2$ )
Complementaria	22 (52 %)	7 (37 %)	0,708(a)
Decorativa	8 (19 %)	5 (26 %)	
Ilustrativa	8 (19 %)	5 (26 %)	
Explicativa	5 (12 %)	2 (11 %)	

**Tabla 4.** Distribución de frecuencias absolutas y frecuencias relativas en porcentaje de las ilustraciones de acuerdo a su funcionalidad. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. p= valor del test de Chi-cuadrado. a: valor de p cuando la frecuencia esperada es menor a 5 en más del 20 % de las casillas (prueba exacta de Fisher). Significación bilateral  $p \leq 0,05$

El predominio de las ilustraciones con función complementaria pone en evidencia que los autores de los LT analizados incorporan información adicional vinculada a lo que se quiere representar. Este hecho, tal como sostiene Pozzer y Roth (2003), resulta relevante desde el punto de vista didáctico, ya que brinda al estudiante información extra que no se ha indicado en el texto principal y le permite comprender el concepto en cuestión, debido a que la información de la etiqueta favorece la continuidad en el proceso de lectura con el texto principal. Estos autores, consideran que, si la información que se presenta en la etiqueta es nueva y de gran relevancia, podría estar incluida en el texto principal, ya que la información que está en el pie de figura puede no ser considerada relevante tanto por los docentes como por los alumnos.

También estuvieron presente en los libros de texto de los dos grupos (ESB y ESS), imágenes con función ilustrativa, es decir, aquellas que incluyen una leyenda que nombra o describe lo que el lector debe observar, aunque no aporta nueva información a la incluida en el texto principal, por lo que no es considerada un elemento fundamental de información para el lector en relación con el tema tratado en el texto. Por su parte, las ilustraciones con función decorativa, que no están referenciadas en el texto principal y no incluyen etiquetas verbales también se encontraron en las páginas de los libros con una frecuencia idéntica a las de función ilustrativa. Las ilustraciones decorativas, al no tener pie de figura, generan mayor dificultad para vincularlas con el texto y esta asociación se vuelve subjetiva cuando no existen enlaces explícitos; por lo tanto, es importante la presencia de una etiqueta que acompañe a cada ilustración (Pozzer y Roth, 2004). En este sentido, Rinaudo y Galvalisi (2002) señalan que, si bien se trata de recursos que se incorporan en los textos y que parecen sumamente indicados

para presentar la información desde otros simbolismos, en algunas situaciones muestran debilidades que disminuyen su valor potencial para favorecer la comprensión. En este sentido, las autoras indican que la inclusión de imágenes sin las referencias pertinentes para su correcta interpretación o la omisión de la fuente desde la cual fueron extraídas, no favorecen su comprensión.

De acuerdo a lo hallado en la literatura, hay pruebas que indican que la presencia de imágenes capta la atención y mejora el aprendizaje de los estudiantes. Esto se logra combinando los conocimientos previos y las habilidades cognitivas (e.g., identificar, comparar, describir e interpretar, entre otras) para integrar la información propuesta por la imagen y el texto; sin embargo, se ha encontrado que los subtítulos o textos asociados son críticos para este proceso de creación de significados (Pozzer y Roth, 2005). Así, las ilustraciones seleccionadas por los editores de libros de texto y la forma en que se etiquetan son parte integral de la enseñanza y el aprendizaje, ya que ayudan a los estudiantes a identificar de qué se trata la figura, lo que incrementa su rol pedagógico (Link-Pérez *et al.*, 2010).

## Fotografías individuales y dobles

La presencia de fotografías individuales fue mayor que la de las dobles en ambos grupos de LT; de esta manera se encontró un 93 % en ESB ( $\chi^2=30,8$ ;  $gl=1$ ;  $p$ -valor=0,000) y un 82 % para ESS ( $\chi^2=6,25$ ;  $gl=1$ ;  $p$ -valor=0,012), por lo que la prueba de independencia no mostró diferencias significativas (Prueba de Fisher,  $p$ -valor=0,341). En general, las fotografías se incluyen para ilustrar a la especie que se menciona en el texto; si se tiene en cuenta que desde el punto de vista educativo es importante la identificación o reconocimiento de las especies, la inclusión de fotografías individuales puede no ser del todo adecuada, en cambio, aquellas que se disponen en serie, o por pares, permiten a los lectores establecer las diferencias a través del proceso de comparación (Pozzer y Roth, 2003). Así, considerando que la mayoría de las fotografías incluidas en los textos pertenecen a animales y plantas exóticas, las fotografías dobles permitirían la comparación con las especies nativas. Por ejemplo, una de las fotografías dobles halladas en textos de ESB corresponde a una planta nativa de los bosques de la Patagonia (Argentina) (figura 1); se trata del arrayán (*Luma apiculata*), que se presenta junto a una del arce blanco (*Acer pseudoplatanus*), especie exótica introducida; además, asociada a esta imagen, se incluye una fotografía complementaria en la que se observa un detalle de los frutos.



Figura 1. Fotografía doble encontrada en un LT de ESB que muestra plantas de arrayanes y arce

Este último aspecto es de valor educativo ya que la primera fotografía muestra la planta desde una visión amplia; la segunda en cambio, se centra en una parte específica de ella (los frutos). Pozzer y Roth (2003) denominan complementarias a estas fotografías, ya que la segunda imagen pasa a formar parte de la primera, como un detalle de mayor magnitud que proporciona al lector una mejor visualización del fenómeno tratado. Otro ejemplo hallado en ESB, incluye una fotografía doble, en blanco y negro, que corresponde a una especie nativa, el chingolo (*Zonotrichia capensis*) y el gorrión común (*Passer domesticus*) como especie exótica (figura 2A). Si bien la imagen presenta un pie de figura en el que se explicita la capacidad de desplazamiento que posee la forma exótica sobre la nativa, la calidad de las fotografías no permite una buena distinción entre las especies, lo que podría generar dificultades a los estudiantes para su reconocimiento.



Figura 2. A. Fotografía doble presente en ESB en la que se observan dos especies de aves: el chingolo y el gorrión. B. Imagen que muestra a la especie nativa ciervo de los pantanos y el ganado vacuno. C. Fotografía doble del huemul y el ciervo colorado. D. Imagen doble hallada en un texto de ESS en la cual se muestra a la especie exótica invasora trucha arco iris y la especie nativa (perca).

Si la leyenda de las imágenes es importante para incrementar el valor didáctico de las fotografías individuales, en las dobles se hace casi imprescindible. Por ejemplo, en los LT de ESB se incluyó una fotografía doble en la que se aprecia una especie nativa, el ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*), y el ganado vacuno (especie

introducida). Esta imagen presenta etiquetas verbales en las que se indican los nombres comunes de cada una (figura 2B). Del mismo modo, en ESS se presenta una foto doble de una especie autóctona, el huemul (*Hippocamelus bisulcus*), y una exótica invasora, el ciervo colorado (*Cervus elaphus*) (figura 2C); en ambos casos, se trata de

imágenes de ejemplares machos con cornamentas, en la fotografía del ciervo colorado se observan dos ejemplares en lucha, lo que hace suponer que se encuentran en el período de brama o reproductivo. Si bien las figuras poseen etiquetas verbales en las que se indican los nombres comunes de las especies y se describen los impactos de la especie exótica sobre la nativa, didácticamente sería óptimo referirse el sexo de los ejemplares que se muestran y a su conducta, ya que esto colaboraría con el reconocimiento de las características de individuos de la misma especie, pero de distinto sexo. Otro ejemplo de este tipo de imagen doble fue hallado en ESS, en el que se muestra una fotografía de dos especies de peces, una de la perca (*Percichthys trucha*), especie nativa de Argentina, que comparte la imagen con la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) (figura 2D), especie exótica invasora. Si bien las imágenes dobles facilitan la comparación entre las especies, en estos casos se observan algunas dificultades debido al recorte descontextualizado de la fotografía.

Si bien es muy importante desde el punto de vista didáctico incluir fotografías dobles, dado que permiten comparar objetos (en este caso las especies entre sí), sería deseable que en los textos acompañantes de las figuras se señalen aspectos útiles para reconocer a los ejemplares presentados; sería de interés, además, incluir referencias para identificar algún tipo de dimorfismo, sobre todo en casos como el de los cérvidos, machos que se caracterizan por poseer astas que, durante el período de brama, se utilizan para entablar luchas con miembros del mismo sexo.

## Contenido de las ilustraciones

La mayoría de las ilustraciones (fotografías y dibujos figurativos) (ESB n=43 y ESS n=19) de los manuales escolares vinculadas a especies exóticas e invasiones biológicas son fotografías entre las que preponderan los vertebrados; dentro de este grupo, los mamíferos fueron los animales mejor representados, con frecuencias similares en ambos grupos de LT ( $\pm 50\%$ ), resultados que no difieren significativamente de los valores teóricos esperados (ESB 49%; ESS 52%). Esto permite decir que el nivel educativo de los LT y la inclusión de ilustraciones con ejemplos de mamíferos es independiente ( $\chi^2=0,076$ ;  $gl=1$ ;  $p$ -valor= 0,783) (tabla 5). Resultados similares fueron hallados por Louzada-Silva y Silva-Carneiro (2013) y Link-Pérez *et al.*, (2010), en Brasil y EEUU respectivamente. Estos autores indican que, el predominio de mamíferos en las fotografías sugiere que los textos de biología incluyen aquellas imágenes con las que los alumnos están más familiarizados. En este sentido, algunos trabajos destacan que a los estudiantes les resultan más atractivas las especies carismáticas como los grandes mamíferos, especialmente aquellos con apariencia, inteligencia o comportamientos similares a los humanos, o que resultan agradables por su belleza (Ballouard *et al.*, 2011; Bermudez *et al.*, 2014; Campos *et al.*, 2012; Campos *et al.*, 2013; Genovart *et al.*, 2013). La inclusión de ilustraciones que ejemplifican a otros grupos (e.g., aves, reptiles, anfibios, peces, “invertebrados”, plantas y algas), fue significativamente menor a lo esperado en los manuales de los dos niveles educativos ( $p$ -valor<0,01); estos datos confirman la independencia entre los LT (tabla 5).

**Tabla 5.** Distribución de frecuencias absolutas y frecuencias relativas en porcentaje de las ilustraciones (fotografías y dibujos figurativos) de los diferentes grupos taxonómicos y hábitat. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior.  $p$ = valor del test de Chi-cuadrado.  $a$ : valor de  $p$  cuando la frecuencia esperada es menor a 5 en más del 20 % de las casillas (prueba exacta de Fisher). Significación bilateral  $p \leq 0,05$ . Negrita= diferencias significativas

	ESB (n=43)	$p$	ESS (n=19)	$p$	Prueba de independencia $\chi^2$
Mamíferos	21 (49 %)	1,000	10 (52 %)	1,000	0,783
Aves	5 (12 %)	<b>0,000</b>	2 (11 %)	<b>0,001</b>	1,000(a)
Reptiles	2 (5 %)	<b>0,000</b>	0 (0 %)	-	1,000(a)
Anfibios	1 (2 %)	<b>0,000</b>	0 (0 %)	-	1,000(a)
Peces	1 (2 %)	<b>0,000</b>	2 (11 %)	<b>0,001</b>	0,220(a)
Invertebrados	2 (5 %)	<b>0,000</b>	1 (4 %)	<b>0,000</b>	1,000(a)
Plantas	7 (16 %)	<b>0,000</b>	2 (11 %)	<b>0,001</b>	0,553
Alga Undaria	1 (2 %)	<b>0,000</b>	0 (0 %)	-	1,000(a)
Hábitat	3 (7 %)	<b>0,000</b>	2 (11 %)	<b>0,001</b>	0,638(a)



Los ejemplos de mamíferos empleados por las editoriales corresponden mayoritariamente al castor (*Castor canadensis*), el ciervo colorado (*Cervus elaphus*), la liebre euro-

pea (*Lepus europaeus*) y la ardilla de vientre rojo (*Callosciurus erythraeus*) (figura 3) (tabla 6); estos resultados concuerdan con los hallados por Campos *et al.* (en prensa).



**Figura 3.** A. Fotografía de un castor presente en *ESB*. B. Imagen hallada en *ESS* que muestra a tres ejemplares machos de ciervo colorado. C. Fotografía de liebre europea en un *LT* de *ESB*. D. Imagen de la ardilla de vientre rojo hallada en un texto de *ESB*

**Tabla 6.** Distribución de frecuencias absolutas y frecuencias relativas en porcentaje de las ilustraciones (fotografías y dibujos figurativos) de los diferentes grupos taxonómicos hallados en los *LT*. *ESB*: Educación Secundaria Básica, *ESS*: Educación Secundaria Superior. N: especie nativa. \* taxón indeterminado

		ESB n=43	ESS N=19
	Castor ( <i>Castor canadensis</i> )	4 (9%)	3 (16%)
Mamíferos	Ciervo Colorado ( <i>Cervus elaphus</i> )	2 (5%)	2 (11%)
	Ciervo Colorado/Huemul (N) ( <i>Hippocamelus bisulcus</i> )	0 (0%)	1 (5%)
	Liebre europea ( <i>Lepus europaeus</i> )	3 (7%)	2 (11%)
	Mara (N) ( <i>Dolichotis patagonum</i> )	0 (0%)	1 (5%)
	Ardilla de vientre rojo ( <i>Callosciurus erythraeus</i> )	3 (7%)	0 (0%)
	Vaca/Ciervo de los pantanos (N) ( <i>Blastocerus dichotomus</i> )	1 (2%)	0 (0%)
	Vaca ( <i>Bos Taurus</i> )	0 (0%)	1 (5%)
	Huemul (N) ( <i>Hippocamelus bisulcus</i> )	1 (2%)	0 (0%)
	Conejo europeo ( <i>Oryctolagus cuniculus</i> )	1 (2%)	0 (0%)
	Cerdo ( <i>Sus scrofa</i> )/Rata ( <i>Rattus spp.</i> )	1 (2%)	0 (0%)
	Pudú (N) ( <i>Pudu puda</i> )	1 (2%)	0 (0%)
	Mono carayá (N) ( <i>Allouata caraya</i> )	1 (2%)	0 (0%)
	Oso polar ( <i>Ursus maritimus</i> )	1 (2%)	0 (0%)
	Ardilla roja (N) ( <i>Sciurus ignitus</i> )	1 (2%)	0 (0%)
	Mono capuchino ( <i>Cebus capucinus</i> )	1 (2%)	0 (0%)
	Aves	Gorrión ( <i>Passer domesticus</i> )	1 (2%)
Gorrión/Chingolo (N) ( <i>Zonotrichia capensis</i> )		1 (2%)	0 (0%)
Paloma doméstica (N) ( <i>Columba livia</i> )		2 (5%)	1 (5%)
Paloma torcaza (N) ( <i>Zenaida auriculata</i> )		1 (2%)	0 (0%)
Estorninos ( <i>Sturnus vulgaris, Acridotheres cristatellus</i> )		0 (0%)	1 (5%)
Reptiles y anfibios	Tortuga de tierra ( <i>Chelonoidis chilensis</i> )	2 (5%)	0 (0%)
	Rana toro ( <i>Lithobates catesbeianusen</i> )	1 (2%)	0 (0%)
Peces	Trucha arco iris ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> )	1 (2%)	0 (0%)
	Trucha arco iris/Perca ( <i>Percichthys trucha</i> )	0 (0%)	1 (5%)
	“Peces exóticos”*	0 (0%)	1 (5%)

		ESB n=43	ESS N=19
"Invertebrados"	Mejillón dorado ( <i>Limnoperna fortunei</i> )	2 (5 %)	0 (0 %)
	Abeja africana ( <i>Apis mellifera scutellata</i> )	0 (0 %)	1 (5 %)
Plantas y algas	Cardo asnal ( <i>Silybum marianum</i> )	1 (2 %)	0 (0 %)
	Arce blanco ( <i>Acer pseudoplatanus</i> )/Arrayán (N) ( <i>Luma apiculata</i> )	1 (2 %)	0 (0 %)
	Ligustro ( <i>Ligustrum lucidum</i> )	2 (5 %)	0 (0 %)
	Paraíso ( <i>Melia azedarach</i> )	1 (2 %)	0 (0 %)
	Ceibo (N) ( <i>Erythrina crista-galli</i> )	1 (2 %)	0 (0 %)
	Rosa mosqueta ( <i>Rosa rubiginosa</i> )	0 (0 %)	1 (5 %)
	"Árboles exóticos" *	1 (2 %)	0 (0 %)
	Caña común ( <i>Arundo donax</i> )	0 (0 %)	1 (5 %)
	Alga undaria ( <i>Undaria pinnatifida</i> )	1 (2 %)	0 (0 %)

Fundamentalmente se trata de fotografías, en las que las especies ocupan un lugar central a modo de retrato. En general las fotografías son de tipo connotativo, es decir no hay mención a la imagen en el texto. La mayoría de ellas incluyen a la especie que se quiere presentar en un plano central, ya sea mostrando el ejemplar de manera completa o solo la cabeza, y, en general, están recortadas, generando una descontextualización del medio en el que viven. Según Coutinho *et al.* (2010), la preponderancia de fotografías, en las que los seres vivos se visualizan en forma de retrato, indica su naturaleza representacional en la que se muestra un único elemento, la especie. Este predominio de imágenes de animales donde se omiten las relaciones con otros organismos y con el medio, puede constituirse en la verdadera referencia que tendrán los alumnos sobre el comportamiento de estos animales y, a través de su repetición en diferentes fuentes y como patrón común, pueden generar una idea alejada de la realidad (Collange *et al.* 2014). Esta situación no permite que, al observar la fotografía, pueda representarse tanto a la especie como al sitio que habita; en este sentido puede señalarse lo hallado en una fotografía de ESB, en la que se muestra a dos ejemplares de castores royendo troncos. La estructura representacional de la misma muestra un proceso que involucra a uno o más "actores" de la fotografía en acción, lo cual, permite evidenciar la relación que tiene la especie con otros elementos del sistema. Desde el punto de vista didáctico, la inclusión de estas imágenes posee valor ya que, al observar las fotografías, se posibilita el tratamiento del impacto que la especie ocasiona en el ambiente o también la interacción trófica que se establece entre el animal y la planta.

Los LT de los dos niveles educativos también incluyeron fotografías de cérvidos, entre los que se encuentra el ciervo colorado (*Cervus elaphus*), especie que se utilizó para ejemplificar a las especies exóticas invasoras de la Patagonia Argentina. Las imágenes, en general,

muestran un solo individuo macho, al que se le pueden apreciar su cornamenta (astas). Las fotografías presentan un recorte mínimo del animal, que tal como indican Collange *et al.*, (2014), son incluidas bajo el argumento de brindar un mayor detalle, que posibilite una observación precisa de lo real; sin embargo, esto puede generar una visión fragmentada en los estudiantes de lo que es la naturaleza. En este sentido, uno de los LT, de ESB, incluyó una fotografía del pudú (*Pudu puda*), especie nativa de Argentina; esta imagen expone solamente su cabeza, no permitiendo que los estudiantes construyan una representación completa del animal; en el pie de figura se indica que su principal amenaza es el ciervo colorado, especie introducida que, por ser más grande, se alimenta de los brotes de los árboles con mayor facilidad que el pudú, dejándolo sin alimento. Se podría haber incluido una fotografía completa del ciervo nativo, comparándolo con el ciervo colorado, de esta manera sería posible diferenciar el tamaño de cada una de los ejemplares. El pudú es un cérvido señalado como el más pequeño del mundo, ya que no sobrepasa los 50 cm de altura (Bonino, 2005). Otro aspecto que no contribuye con la adecuada identificación de los organismos es la omisión de información sobre el sexo de los animales presentes en las fotografías. En este sentido, sería recomendable que las editoriales al incluir fotografías de animales que se puedan diferenciar sexualmente, en este caso por la presencia de astas en los machos, lo señalen en el pie de figura.

También se encontraron fotografías de primates que son utilizados como mascotas; así, aquellas que corresponden a animales empleados en el comercio ilegal estuvieron presentes particularmente en los libros de texto del nivel ESB. En Argentina habitan cinco especies de primates nativos, entre los cuales se encuentra el mono carayá o aullador (*Allouata caraya*), uno de los textos de ESB presenta un recorte fotográfico de esta especie. La presencia de estas imágenes en los LT puede tener un valor potencial

debido a que son especies muy utilizadas en el tráfico de especies (Bertonati, 1995) y, a través de una fotografía los estudiantes pueden conocer a los individuos de la especie. Otro LT incluyó una fotografía de un mono capuchino (*Cebus capucinus*) dentro de una jaula, si bien este ejemplar corresponde a una especie que no es invasora en Argentina, la misma es comercializada como mascota (Oviedo-Socarrás *et al.*, 2016).

Con respecto a las ilustraciones de aves, su presencia fue significativamente baja en los dos grupos (12 % ESB; 11 % ESS) (tabla 5). Las especies incluidas en los LT de ESB fueron el gorrión común (*Passer domesticus*) y la paloma doméstica o casera (*Columba livia*); esta última, junto con los estorninos (*Sturnus vulgaris*, *Acridotheres cristatellus*), también fueron encontradas en los LT de ESS (figura 4) (tabla 6).



**Figura 4.** Especies exóticas invasoras halladas en los LT. A. Fotografía de la paloma doméstica presente en ESB. B. Dibujo figurativo de los estorninos hallado en ESS. C. Fotografía del gorrión común en un LT de ESB

Tanto el gorrión común como la paloma casera son especies muy conocidas debido a sus hábitos urbanos relacionados con el ser humano, ya que pueden verse con facilidad en cualquier plaza o zona urbana. Las fotografías, en general, no muestran relación con el texto principal y están descontextualizadas del ambiente en que se encuentran. Solo uno de los textos permite comparar la imagen de la paloma casera con una especie nativa (e.g., torcaza, *Zenaida auriculata*); en este sentido, en una de las obras de ESB se muestran dos fotografías individuales dispuestas en la misma página, lo que permite al estudiante la comparación de las especies. La incorporación de este tipo de fotografías, más allá de permitir la identificación de las especies, se posiciona como un recurso adecuado para que los docentes instalen el tratamiento de las invasiones biológicas, propiciando la explicitación de ideas, su debate y el logro de consensos en las aulas, ya que actualmente se observa un incremento desmedido de esta especie exótica que, por vivir en los ambientes urbanos, afecta, entre otros, a monumentos y espacios públicos.

En relación a los reptiles, en dos manuales de ESB se presentan fotografías de la tortuga de tierra (*Chelonoidis chilensis*) (figura 5A), especie nativa de Argentina; ambas

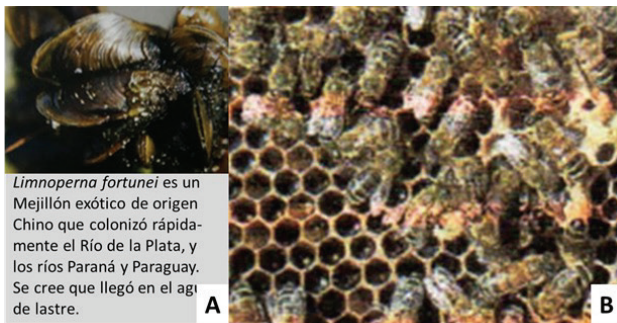
figuras incluyen una etiqueta verbal con el nombre común de la especie, aunque no se indica que son animales nativos. La información que acompaña las imágenes refiere a que esta especie es capturada con el único fin de ser vendidos a personas que quieren tener en su casa mascotas exóticas. Diversos autores indican que, en la Argentina, las tortugas continentales son el grupo más utilizado como mascotas, debido al tráfico ilegal de tortugas de vida silvestre (Prado *et al.*, 2012). Las imágenes de anfibios y peces estuvieron prácticamente ausentes en los libros de texto (tablas 5 y 6) (figura 5 B, C y D). En el caso de los primeros, solo un manual de ESB presentó una macrofotografía de una rana exótica, la rana toro (*Lithobates catesbeianus*). En cuanto a los peces, se incluyó una fotografía que contiene varios ejemplares de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), en cuyo pie de figura se expresa que pertenece a las cien especies más dañinas del mundo (Lowe *et al.* 2004). Por su parte, en uno de los LT, de ESS, se incorporó una fotografía de peces, a través de la cual no es posible identificar especies; se trata de una imagen que no posee leyenda y que no tiene asociación directa con el texto (figura 5 D), actuando como un recurso meramente decorativo, por lo que no se observa, a partir de esta característica, una intencionalidad didáctica manifiesta.





**Figura 5.** A. Fotografía de la tortuga d66e tierra presente en ESB. C. Imagen de la rana toro de un LT de ESB. C. Fotografía de la trucha arco iris presente en ESB. D. Fotografía que muestra un grupo de peces en un LT de ESS

Por su parte, la inclusión de imágenes correspondientes a los invertebrados (e.g., moluscos y artrópodos) estuvo prácticamente ausente también (tablas 5 y 6). En este sentido, el mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) (figura 6A), molusco invasor de los sistemas de agua dulce del Río de la Plata (Darrigran y Damborenea, 2006), fue ejemplificado en cuatro LT de ESB, sin embargo, solo dos de ellos mostraron fotografías en las que pueden observarse ejemplares con detalles que permitan hacer alguna identificación; tampoco figura una escala que referencie sobre el tamaño de los moluscos. Las fotografías presentan etiquetas verbales que aportan información sobre el lugar de procedencia y el vector, a través del cual se produjo su ingreso al río de La Plata, pero solo una de ellas es de tipo denotativa, es decir, está vinculada con el texto en el que se aborda la temática, aunque no se haga mención a la especie que se ilustra en la fotografía. Otro ejemplo corresponde a la abeja africana (*Apis mellifera scutellata*) (figura 6B); su mención en el libro de texto está acompañada por una fotografía connotativa de un panal, sobre el que se encuentran las abejas, sin etiquetas verbales, de función decorativa.



**Figura 6.** A. Fotografía del mejillón dorado hallado en ESB. B. Imagen de abejas incluida en ESS

Si bien el objetivo de la inclusión de la imagen es ilustrar el ejemplo, no es posible distinguir de qué especie se trata, por lo que los estudiantes pueden pensar que son abejas melíferas o domésticas (*Apis mellifera*),

que probablemente sean más conocidas por ellos; entonces, es posible pensar que la presencia de esta fotografía tuvo fines decorativos, ya que no es posible la identificación de la especie. Si se considera que, en Argentina, el 21 % de las especies introducidas corresponden a invertebrados, siendo los artrópodos los más abundantes (InBiAr, 2020), la inclusión de fotografías de invertebrados es llamativamente escasa y refuerza la idea de la preferencia por otras especies de vertebrados como son los mamíferos, cuyas imágenes fueron predominantes en los manuales de ambas colecciones analizadas.

La presencia de imágenes que contienen plantas exóticas fue significativamente baja en ambos grupos de manuales (16 % ESB; 11 % ESS), no encontrándose asociación entre los LT de ambos niveles (Prueba exacta de Fisher, p-valor=0,553) (tabla 5). La baja presencia de imágenes de plantas pone en evidencia la escasa consideración de las editoriales en relación a los vegetales; son resultados interesantes ya que, según la información registrada en la base de datos sobre Invasiones Biológicas en Argentina (InBiAr, 2020), las plantas constituyen el 63 % de las EEI del país. Por su parte, los mamíferos registran valores mucho más bajos (4,5 %), por lo que cabría esperar que en los LT explorados su presencia siguiera el mismo patrón; sin embargo, ocurre a la inversa. Esta situación también se observa en el ámbito escolar, ya que, en líneas generales, las plantas tienen baja consideración por los alumnos y parecen no constituir un atractivo para ellos (Strgar, 2007), no identificándolas como seres vivos en algunos casos (Martínez-Losada *et al.*, 2014). Si se toman en cuenta los hallazgos de este estudio, estos coinciden con lo documentado en la literatura respecto a su baja presencia en los textos escolares en comparación con los contenidos referidos a los animales (de Paula *et al.*, 2014); en esta línea, algunos autores denominan a este rasgo como ceguera hacia las plantas y está caracterizada en parte, por la incapacidad de ver o notar a las plantas en el propio ambiente (Wandersee y Schussler, 2001).

Los ejemplos hallados en los LT escolares muestran nueve especies diferentes (tabla 6), de las cuales cinco son especies arbóreas (tres exóticas: arce blanco -*Acer pseudoplatanus*-, paraíso -*Melia azedarach*-, un taxón indeterminado “árboles” y dos especies nativas: arrayán -*Luma apiculata*- y ceibo -*Erythrina crista-galli*-),

cuatro son arbustivas (cardo asnal -*Silybum marianum*-, ligustro -*Ligustrum lucidum*-, rosa mosqueta -*Rosa rubiginosa*- y caña común -*Arundo donax*-) y no se presentaron ilustraciones de plantas herbáceas. El alga undaria (*Undaria pinnatifida*) solo se presentó en una fotografía en el nivel ESB (figura 7).



**Figura 7.** Fotografías con etiquetas verbales de especies exóticas de plantas y alga undaria presentes en los LT. A. paraíso. B. Ligustro. C. Cardo asnal. D. Rosa mosqueta. E. Caña común. F. Alga undaria

A partir de la interpretación precedente, y como observación general, puede afirmarse que, si bien se han encontrado fotografías de plantas en los LT, estas son muy escasas si se comparan con las correspondientes a los animales. En este sentido Schussler *et al.* (2010) expresan que, a partir de esta diferencia, los libros de texto podrían contribuir a aumentar la brecha en el conocimiento de los estudiantes sobre las plantas y los animales, dado que, la limitada presencia de ejemplos relativos a estas puede influir en las competencias de los estudiantes para denominar a diversos grupos de plantas, incidiendo además en sus habilidades para categorizarlas. En concordancia, otros autores destacan que, los escasos conocimientos de los estudiantes acerca de las especies vegetales, el poco tiempo que los docentes dedican a enseñar sobre las plantas en relación con otros grupos de animales y las clases poco motivantes pueden influir en la construcción de actitudes de desinterés hacia las plantas (Bermúdez y García-Capocasa 2015;

García-Berlanga, 2019; Strgar, 2007), cuestión que ha sido revelada, además, por docentes en ejercicio que dictan diferentes asignaturas científicas (Bebbington, 2005). Aquí cobra relevancia la formación de futuros profesores, como promotora de intereses, estrategias, secuenciaciones e itinerarios didácticos que valoren la enseñanza y el aprendizaje de las plantas, considerándolas no solo por su atractivo sino por la accesibilidad que los sujetos tenemos a ellas (García-Berlanga, 2019). A su vez, autores como Link-Pérez *et al.* (2010) plantean que en los libros de texto de ciencias, la ausencia de etiquetas específicas en las fotografías de plantas puede encerrar derivaciones manifiestas respecto a la nominación y categorización de diversos tipos de plantas; argumentan por otra parte que una diversidad de imágenes con sus respectivas nomenclaturas podría ser un camino apropiado para promover el interés por las mismas en los estudiantes. Para Bebbington (2005), la identificación de distintos grupos de plantas no debe-



ría ser un fin en sí misma, pero afirma que debidamente enseñada, esta podría ser fuente de preguntas o problemas que interpelen a los alumnos sobre las interacciones de algunos organismos entre miembros de una misma especie, con otras especies y con el ambiente donde viven; estos interrogantes, si son formulados apropiadamente, pueden colaborar al logro de comprensiones adecuadas de algunos conceptos ecológicos. Por su parte, Prates Alves y Gomes Rotta (2019) indican que el uso pedagógico de la fotografía puede favorecer el conocimiento de las especies de la flora nativa, lo que puede conducir a la reflexión y la acción de los estudiantes para la preservación de diferentes ambientes. Estas autoras señalan también que este tipo de estrategias posibilitan al alumnado una mirada y una percepción que va más

allá del aula y del libro didáctico, que esto lo lleva al descubrimiento y comprensión de los distintos aspectos y características de las plantas nativas presentes en el medio en que viven.

Finalmente, las fotografías que muestran ambientes o paisajes vinculados a las especies exóticas fueron pobremente representadas en los LT de las dos etapas educativas (7 % ESB, 11 % ESS) (tabla 5). Aquellas que involucran a las actividades realizadas por el castor (*Castor canadensis*), como son sus diques o represas, fueron las más frecuentes en los textos de ESB; es interesante destacar que los textos que incluyeron estas fotografías no mostraron al animal, sino sólo la imagen del dique o del embalse producto de su accionar (figura 8).

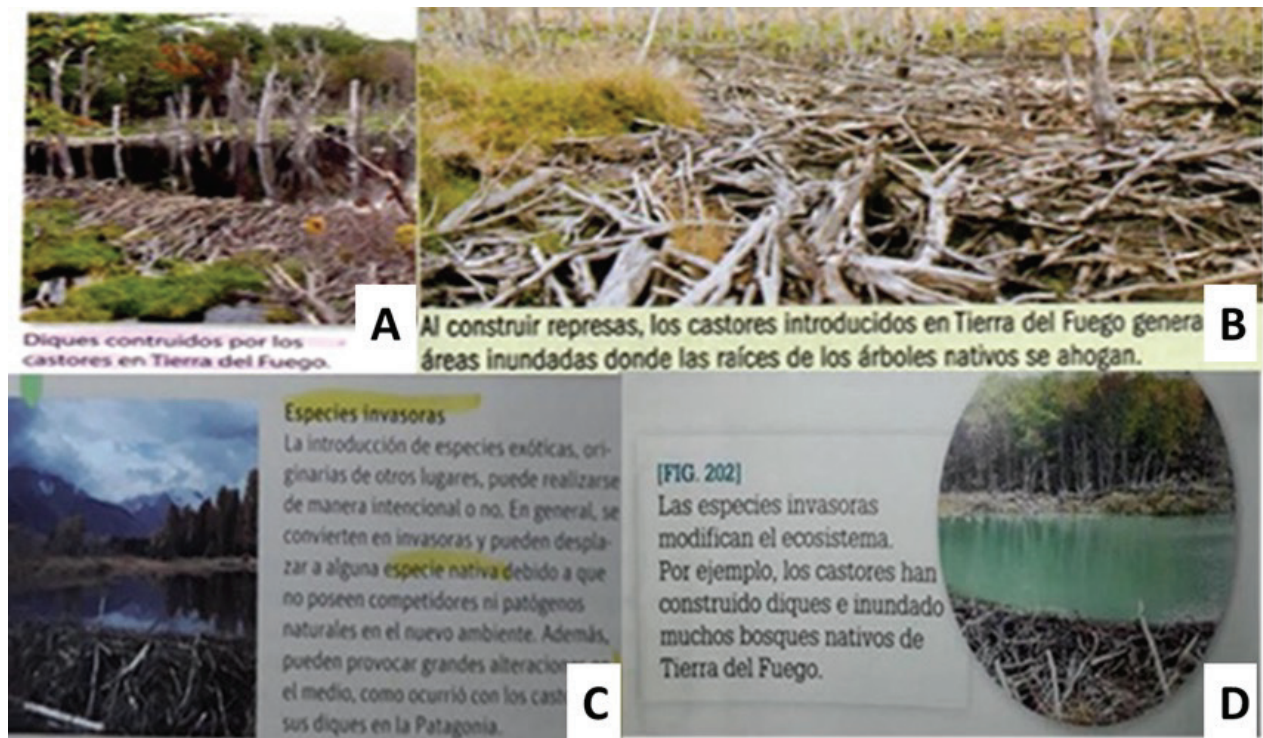


Figura 8. Fotografías con etiquetas verbales de diques y represas contruidos por castores incluida en los libros de texto de ESB (A, B y C) y ESS (C)

## Conclusiones

Como conclusiones del análisis de las imágenes se desprende que los libros de texto de Ciencias Naturales y Biología, pertenecientes a los niveles educativos de Educación Secundaria Básica y Educación Secundaria Superior de la provincia de Buenos Aires (Argentina), incluyen mayoritariamente imágenes cuando realizan el tratamiento de las especies exóticas y las invasiones biológicas, prevaleciendo las fotografías en cuanto al

grado de iconicidad y las imágenes individuales sobre las de tipo doble. El contenido de estas imágenes, en general, circunscribe un primer plano del organismo, descontextualizado del entorno, con preponderancia de fotografías de animales, entre las que se destacan particularmente las de ejemplares de mamíferos. Se observa una presencia mínima de referencias a invertebrados y plantas, a pesar de ser estos grupos los principales responsables de las bioinvasiones en Argentina. El vínculo de estas imágenes con el texto principal es,



predominantemente, de tipo connotativo, por lo que es el lector quien debe establecer la relación entre ambos. En cuanto a la presencia de etiquetas verbales, sobresalen las del tipo nominativas. En relación a la funcionalidad de las fotografías, los dos grupos de libros de texto incluyeron de forma mayoritaria las de tipo complementaria, es decir, aquellas que en las que sus etiquetas verbales contienen información que no ha sido mencionada en el texto principal.

La caracterización realizada de las imágenes habilita a pensar en algunos supuestos que permitan transformar estos hallazgos en conocimiento didáctico, capaz de aportar algunas ideas que favorezcan el proceso de enseñanza y aprendizaje respecto a las especies exóticas y las invasiones biológicas. En este sentido, sería necesario incluir en los LT, más imágenes que tengan vinculación con el texto principal, de modo que no sea el lector quien tenga que establecer esta relación. Por otra parte, si bien la mayoría de los LT incluyen etiquetas verbales en sus imágenes, sería recomendable que en los textos que acompañan a las figuras se incorpore información que permita identificar los objetos representados. En cuanto a la preponderancia de las fotografías con función complementaria, sería adecuado establecer un vínculo entre el texto y la imagen, potenciando así el valor didáctico de la información adicional que se brinda en la etiqueta que las acompañan. Reparando en que las fotografías corresponden a animales y plantas exóticas, sería oportuno que en los LT se muestren fotografías dispuestas en serie, o de a pares, ya que esto permitiría a los estudiantes la comparación con las especies nativas y la identificación de ambas. En relación al contenido de las fotografías, resultaría de interés que las editoriales incorporen a modo de ejemplo, y para ilustrar sus descripciones sobre especies exóticas invasoras, una mayor diversidad de grupos taxonómicos y de ambientes. Finalmente, se espera que estos registros y argumentos resulten un aporte significativo para las editoriales como insumos para futuras ediciones de textos.

## Referencias

- Artola, E., Mayoral, L. y Benarroch, A. (2016). Análisis de representaciones gráficas cartesianas en libros de texto de Biología. *European Scientific Journal December 12*(36), 109-131.
- Ballouard, J. M., Brischoux, F., y Bonnet, X. (2011). Children prioritize virtual exotic biodiversity over local biodiversity. *PLoS ONE*, 6(8), e23152. 10.1371/journal.pone.0023152.
- Bebbington, A. (2005). The Ability of A-level Students to Name Plants. *Journal of Biological Education*, 39(2), 63-67.
- Bermúdez, G., De Longhi, A., Díaz, S. y Gavidia, V. (2014). La transposición del concepto de diversidad biológica. Un estudio sobre los libros de texto de la educación secundaria española. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 285-302.
- Bermúdez, G. y García Capocasa, M. (2015). La enseñanza de las plantas como un obstáculo educativo y los caracteres de visibilidad ecológica que pueden ayudar a superarlo: ¿qué especies consideran nativas los estudiantes de Córdoba? En: Bermúdez, G. y De Longhi, A. (Coordinadores). Retos para la enseñanza de la Biodiversidad hoy. Aportes para la formación docente (pp. 293-325). Universidad Nacional de Córdoba.
- Bertonatti, C. (1995). El comercio de primates en la República Argentina. *Neotropical Primates*, 3(2): 35-37
- Bonino, N. (2005). *Guía de Mamíferos de la Patagonia Argentina*. EEA San Carlos de Bariloche, Instituto nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Bruzzo, C. (2004). Biología: educação e imagens. *Educação e Sociedade*, 25(89), 1359-1378.
- Campos, C. M., Bermúdez, G. M., Díaz, G. B. y Vilches, A. M. (En prensa). Knowledge about exotic species in the formal educational sphere in Argentina. En: A. E. J. Valenzuela, C. B. Anderson, R. A. Ojeda y S. A. Ballari (Eds.). *Invasive Exotic Mammals in Argentina*. SAREM series A: Mammalogical Research.
- Campos, C. M., Nates, J. y Lindemann-Matthies, P. (2013). Percepción y conocimiento de la biodiversidad por estudiantes urbanos y rurales de las tierras áridas del centro-oeste de Argentina. *Ecología Austral* 23(3), 174-183
- Campos, C. M., Greco, S., Ciarlante, J. J., Balangione, M., Bender, J. B., Nates, J., Lindemann-Matthies, P. (2012). Students' familiarity and initial contact with species in the Monte desert (Mendoza, Argentina). *Journal of Arid Environments*, 82, 98-105.
- Capdevila Argüelles, L., Iglesias García, A., Orueta, J. y Zilleti, B. (2006). Especies Exóticas Invasoras: diagnóstico y bases para la prevención y el manejo. [http://www.mma.es/secciones/elministerio/organismos/oapn/pdf/editlibro\\_04\\_00.pdf](http://www.mma.es/secciones/elministerio/organismos/oapn/pdf/editlibro_04_00.pdf)

- Carney, R. N. y Levin, J. R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from texts. *Educational Psychology Review*, 14(1), 5-26. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1013176309260>
- CDB. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Collange, M., Almeida, C. e Amorim, A.C.R. (2014). Natureza em imagens de livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. *Revista de Ensino de Biologia da Associação Brasileira de Ensino de Biologia (SBEn-Bio)*, 7, 826-837.
- Correia, G. P. y Gomes, C. R. (2017). Representações pictóricas em manuais escolares de geologia do ensino secundário: um estudo no âmbito do paleomagnetismo. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 365-382.
- Genovart, M., Tavecchia, G., Enseñat, J. J., Laiolo, P. (2013). Holding up a mirror to the society: Children recognize exotic species much more than local ones. *Biol Conserv* 159, 484-489
- Darrigran, G. y Damborenea, C. (2011) Ecosystem engineering impacts of *Limnoperna fortunei* in South America, *Zoological Science*, 28, 1-7.
- Darrigran, G. y Damborenea, M. C. (2006). Bio-Invasiones. En: Darrigran, G. y Damborenea, M. C. (Eds.). *Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano*. EDULP.
- de Paula, F., de Las Heras, M. A., Romero, R. y Cañal, P. (2014). El conocimiento escolar sobre los animales y las plantas en primaria: Un análisis del contenido específico en los libros de texto. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 97-114.
- DGCyE. (2006). Diseño Curricular para la Educación Secundaria. 1º año ESB. Zysman, A. y Paulozzo, M. (Coords.). La Plata: Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires.
- Díaz, L. y Pandiella, S. (2007). Categorización de las ilustraciones presentes en libros de texto de Tecnología. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 424-441.
- Dimopoulos, K., Koulaidis, V. y Sklaveniti, S. (2003). Towards an analysis of visual images in school science textbooks and press articles about science and technology. *Research in Science Education*, 33(2), 189-216.
- Duval, R. (1999). *Semiosis y pensamiento humano. Registros semióticos y aprendizajes intelectuales*. Universidad del Valle y Peter Lang S.A.
- ECCP, (2017). Estrategia de Comunicación y Concientización Pública. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/exoticas-invasoras>
- Fasola, L. y Roesler, I. (2016). Invasive predator control program in Austral Patagonia for endangered bird conservation. *European Journal of Wildlife Research*, 62, 601-608
- González, P., Vildósola, X. y Gine, N. (2012). Percepción del estudiantado de Enseñanza Secundaria Obligatoria acerca de la utilización de la imagen en clases de biología: estudio exploratorio con grupo de discusión. En *Actas XXV Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (pp. 407-414). Santiago de Compostela.
- Grilli, J., Laxague, M. y Barboza, L. (2015). Dibujo, fotografía y Biología. Construir ciencia con ya partir de la imagen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 91-108.
- InBiAr (2020). Base de datos sobre Invasiones Biológicas en Argentina. <http://www.inbiar.uns.edu.ar/>
- Jiménez, J., Prieto, R. H. y Perales, F. J. (1997). Análisis de los modelos y los grafismos utilizados en los libros de texto. *Alambique*, 11, 75-85.
- Lee, V. (2010). Adaptations and continuities in the use and design of visual representations in US Middle School science textbooks. *International Journal of Science Education*, 32(8), 1099-1126.
- Lemke, J. (2002). Enseñar todos los lenguajes de la ciencia: palabras, símbolos, imágenes y acciones. En: M. Benlloch (Comp.). *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica*. Barcelona: Paidós Ibérica S. A.
- Link-Pérez, M. A., Dollo, V. H., Weber, K. M. y Schussler, E. E. (2010). What's in a Name: Differential labelling of plant and animal photographs in two nationally syndicated elementary science textbook series, *International Journal of Science Education*, 32(9), 1227-1242
- López-Manjón, A. y Postigo, Y. (2014). Análisis de las imágenes del cuerpo humano en libros de texto españoles de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 551-570. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias>.
- Louzada-Silva, D. y Carneiro, M. H. D. S. (2013). Fotografia e diversidade biológica em livros didáticos

- de biología. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 02018-2023.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S. y De Poorter M. (2004). *100 de las Especies Exóticas Invasoras más dañinas del mundo*. Una selección del Global Invasive Species Database, Grupo Especialista de Especies Invasoras (GEEI) de la UICN.
- Mampel, L., Cortés Gracia, A. L. y Alcalá, L. (2015). Imágenes sobre dinosaurios en libros de texto de Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 29, 173-193.
- Martínez-Losada, C., García-Barros, S. y Garrido, M. (2014). How children characterise living beings and the activities in which they engage. *Journal of Biological Education*, 48(4), 201-210.
- Mayer, R. (2009). The next phase in multimedia learning. En S. Kalyuga (Ed.) *Managing cognitive load in adaptive multimedia learning* (pp. 10-12). Information Science Reference.
- Mayoral García-Berlanga, O. (2019). Las plantas como recurso didáctico. *La Botánica en la enseñanza de las Ciencias*. *Flora Montiberica*, 73, 93-99.
- Oviedo-Socarrás, T., Cardona-Ávarez, J. y Pastrana, M. O. (2016). Tetanus in captive *Cebus capucinus*: case report. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), 489-492.
- Palmucci, D. (2017). Recursos visuales y potencial de significación en el discurso científico-pedagógico (Argentina, 1965-2005): de la ilustración a la infografía. [Tesis de Doctorado, Universidad Nacional del Sur].
- Perales Palacios, F. J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), 13-30.
- Perales, F. J., Vilchez, J. M., (2015). Iniciación a la investigación educativa con estudiantes de secundaria: el papel de las ilustraciones en los libros de texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 243-262.
- Perales, F.J. y Jiménez, J.D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. Investigación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369-386.
- Pérez de Eulate, L., Llorente, E. y Andrieu, A. (1999). Las imágenes de digestión y excreción en los textos de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 165-178.
- Piccinini, C. y Martins, I. (2004). Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. *Ensaio: pesquisa em Ensino de Ciências*, 6(1), 1-14.
- Pozzer, L. y Roth, W. (2003). Prevalence, Function, and Structure of Photographs in High School Biology Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (10), 1089-1114.
- Pozzer, L. y Roth, W. (2004). Students' interpretation of photographs in high school biology textbooks. In Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, BC, April (pp. 1-4).
- Pozzer, L. y Roth, W. (2005). Photographs in lectures: Gestures as meaning-making resources. *Linguistics and Education*, 15, 275-293.
- Prado, W. S., Waller, T., Albareda, D. A., Cabrera, M. R., Etchepare, E. G., Giraud, A. R. y Richard, E. (2012). Categorización del estado de conservación de las tortugas de la República Argentina. *Cuadernos de herpetología*, 26.
- Prates Alves, D. y Gomes Rotta. J. C. (2019). Um olhar sobre a flora do Cerrado. A fotografia como perspectiva de educação ambiental para o ensino fundamental. *Revista de Educação em Biología*, 22(1), 69-82.
- Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia. *Educación Química*, 30 (2). Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. 10.22201/fq.18708404e.2019.2.67174. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/67174/61158>
- Rinaudo, M. C. y Galvalisi, C. F. (2002). *Para leer mejor...: cómo evaluar la calidad de los libros escolares*. Ed. La Colmena.
- Schussler, E. E., Link-Pérez, M. A., Weber, K. M. y Dollo, V. H. (2010). Exploring plant and animal content in elementary science textbooks. *Journal of Biological Education*, 44(3), 123-128.
- Silva-Arias, L. A. Jiménez-Pérez. R. (2017). Las imágenes en los libros de texto: un análisis en el ámbito del ecosistema. *Investigación en la Escuela*, 93, 58-75.
- Silva, F. K. M. D. y Compiani, M. (2006). Las imágenes geológicas y geocientíficas en libros didácticos de ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 207-217.



- Silva, H. C. D., Zimmermann, E., Carneiro, M. H. D. S., Gastal, M. L. y Cassiano, W. S. (2006). Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. *Ciência y Educação* (Bauru), 12(2), 219-233.
- Strgar, J. (2007). Increasing the interest of students in plants. *Journal of Biological Education*, 42(1), 19-23.
- Stylianidou, F., Ormerod, F. y Ogborn, J. (2002). Analysis of science textbook pictures about energy and pupils' readings of them. *International Journal of Science Education*, 24(3), 257-283.
- Torres, P. J. y Gonzalez Pisani, X. (2016). Primer registro del cangrejo verde, *Carcinus maenas* (Linnaeus, 1758), en Golfo Nuevo, Argentina: un nuevo límite norte de distribución en costas patagónicas. *Ecología Austral*, 26(2):134-137
- Vicente, S. R. (2008). El rol de la imagen en el mundo contemporáneo. *Huellas, Búsquedas en Artes y Diseño*, 6, 68-75.
- Vilá, M., Basnou, C., Pyšek, P., Josefsson, M., Genovesi, P., Gollasch, S., DAISIE Partners. (2010). How well do we understand the impacts of alien taxa on ecosystem services? A pan-European, cross-taxa assessment. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 8, 135-144.
- Vilches, A., Arcarúa, N. y Darrigran, G. (2010). Introducción a la Biología de las Invasiones. *Boletín Biológica*, 17, 14-19.
- Wandersee, J. H. y Schussler, E. E. (2001). Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, 4, 2-9.

