



TESIS DOCTORAL

LA CONCEPTUALIZACIÓN DE ESPECIE EXÓTICA Y BIOINVASIONES EN LIBROS DE TEXTO DEL NIVEL SECUNDARIO DE EDUCACIÓN EN ARGENTINA

ALFREDO MARTÍN VILCHES

**Doctorado en Investigación en la Enseñanza y el Aprendizaje
de las Ciencias Experimentales, Sociales, Matemáticas y la
Actividad Física y Deportiva**

Conformidad del director/a y codirector/a en su caso

Rocío Esteban Gallego

Isaac Corbacho Cuello

Esta tesis cuenta con la autorización del director/a y codirector/a de la misma y de la Comisión Académica del programa. Dichas autorizaciones constan en el Servicio de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Extremadura.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento a mis directores de Tesis, Dra. M^a Rocío Esteban Gallego y Dr. Isaac Corbacho Cuello, por la inestimable orientación, asesoramiento y por ser quienes me han guiado pacientemente durante el desarrollo de este trabajo y he sentido muy cerca a pesar de la distancia que nos separa, gracias por todo lo que he aprendido con ustedes.

Al coordinador del Doctorado, Dr. Vicente Mellado Jiménez y al secretario, Dr. Luis Manuel Casas García.

A las autoridades y compañeros del Departamento de Ciencias Exactas y Naturales y el Laboratorio de Investigación e Innovación en Educación en Ciencias Exactas y Naturales (LIIECEyN, IDIHCS) de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (UNLP) donde desarrollé este estudio.

Además, al cuerpo docente de las cátedras Biología General y Biología de Invertebrados de la misma facultad, a mis compañeros de la cátedra Biología Humana de la Facultad de Psicología, por compartir mis esfuerzos e intereses.

También quiero agradecer a la Dra. Florencia Praderio, quien me impulsó para realizar este desafío, por su apoyo y colaboración permanente.

A la Dra. Cristina Kanobel, por su colaboración desinteresada en el análisis de los datos de este trabajo.

A mi familia y amigos, por su respaldo y soporte en esta tarea, gracias por el apoyo constante.

Finalmente, quiero agradecer especialmente a Tere y Jose, por su compañía y apoyo permanente y por tantos logros compartidos.

RESUMEN

En la actualidad, el ritmo con el que se pierde la biodiversidad resulta significativo. La evidencia científica indica que las especies exóticas invasoras (EEI) constituyen la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel mundial. En Argentina hay un número relevante de EEI que afectan a las especies nativas, a la estructura y función de los ecosistemas, y que también producen impacto sobre la salud, además de pérdidas económicas. La problemática socioambiental que plantean las invasiones biológicas (IB) requiere de un abordaje sistémico en el que la educación ocupa un espacio relevante y transversal. Ante esta realidad, es ineludible incorporar, en el campo de la educación, un abordaje orientado hacia la reflexión y la adopción de una postura crítica, fundamentada a través del análisis de los conflictos asociados a la introducción de especies exóticas (EE) y a las invasiones biológicas (IB); de este modo, la educación cumple un rol estratégico en la búsqueda de un cambio de percepción social y se presenta como un aspecto relevante y de consideración. Crear capacidades en el marco de la educación formal contribuye a favorecer la sustentabilidad del conocimiento a través de las generaciones que incorporen en su saber esta problemática, disponiendo de mayor conocimiento en consecuencia.

El libro de texto (LT) es el recurso más utilizado por docentes y alumnos ya que ofrece una concepción legitimada de lo que hay que enseñar. En este sentido, el objetivo general planteado en la presente tesis doctoral es conocer cómo se desarrollan los contenidos textuales y gráficos sobre especies exóticas e invasiones biológicas en libros de texto del área de Ciencias Naturales y Biología de la Escuela Secundaria Básica (ESB) y la Escuela Secundaria Superior (ESS) de la provincia de Buenos Aires, Argentina. 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) que abarcan ediciones de los años correspondientes al período 2000 a 2019. Los LT se seleccionaron teniendo en cuenta las editoriales de mayor difusión en la provincia de Buenos Aires (Argentina), que son más utilizadas en las instituciones educativas.

El análisis de la información de los LT se realizó dividiendo el contenido en tres apartados: i) Análisis del contenido general de los LT, ii) Análisis de las imágenes y iii) Análisis de las actividades. En cuanto al análisis general se observa que en todos los libros de texto analizados se tratan los conceptos de especie exótica e invasiones biológicas, principalmente en los capítulos que abordan aspectos ecológicos, tales como ecosistemas, agroecosistemas e interacciones alimentarias. Los libros de texto de ESB y ESS incluyen los temas de las especies exóticas e invasiones biológicas mayoritariamente bajo la forma de texto expositivo en el texto principal del capítulo, aunque la presencia de imágenes y actividades también están presente. La mayoría de los LT no presenta una definición de especie exótica, nativa e invasiones biológicas; además se incluye una gran cantidad de sinónimos para referirse a las especies exóticas e invasiones biológicas. El impacto ecológico que provocan las especies exóticas invasoras es mencionado por la mayoría de los libros de texto como principal consecuencia de una invasión biológica, por encima de los impactos económico y sanitario. Los resultados indican que la mayoría de los LT incluyen ejemplos cuando tratan la temática, siendo el grupo de los mamíferos el que presenta mayor relevancia, seguido por las plantas. Se presentan, además, ejemplos clásicos de distintas especies introducidas fuera del territorio argentino y que constituyen invasiones reconocidas a nivel mundial por el impacto que han generado. Los resultados indican que el contenido destinado a las acciones de manejo que se proponen en los LT es escaso. Se encontró además que no se observan diferencias en cuanto a la transposición didáctica realizada en los LT de los dos niveles educativos analizados (ESB y ESS).

En relación a las imágenes, el estudio pone de manifiesto que los LT las incluyen cuando realizan el tratamiento de las especies exóticas y las invasiones biológicas. En relación al grado de iconicidad predominan las fotografías por sobre los diagramas verbales y las representaciones cuantitativas y, las imágenes individuales sobre las de tipo doble. El contenido de las ilustraciones, 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 mamíferos; se observa una presencia mínima de referencias a invertebrados y plantas. El vínculo de las imágenes con el texto principal es, mayoritariamente de tipo connotativo y en cuanto a la presencia de etiquetas verbales, predominan las del tipo nominativas. En relación a la funcionalidad de las ilustraciones, los dos grupos de textos 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.

Los LT incluyen actividades que permiten el desarrollo de procedimientos vinculados con la comunicación de la información proponiendo actividades que plantean el debate, la justificación, la opinión y la argumentación. En menor medida están presentes aquellos procedimientos que posibilitan la interpretación, búsqueda y organización de la información y planificación del proceso, y están prácticamente ausentes aquellas actividades tendientes a promover la observación y la elaboración de conclusiones; lo mismo ocurre con la interpretación de datos y gráficos. La búsqueda de información está presente en los LT de los dos niveles, sin embargo, no se indica dónde y cómo realizar la búsqueda. Otro de los procedimientos presente en las actividades es el que contempla la organización de la información, en este sentido las actividades propuestas demandan un grado de análisis muy simple, como ordenar y clasificar especies animales y vegetales en exóticas y nativas. La descripción simple es otro procedimiento de organización de la información que se encuentra en las actividades, estas se resuelven con la información proporcionada por el propio libro. Finalmente, y tomando como base los aportes del estudio realizado, se consideran algunos criterios que deberían orientar el tratamiento de las EE y la IB, y se proponen recomendaciones que resulten una contribución para futuras ediciones de libros de texto destinados a la Educación Secundaria en los que se traten estos temas.

Palabras clave: *libros de texto, especie exótica, invasiones biológicas, Educación Secundaria, imágenes, actividades.*

ABSTRACT

Currently, the rate at which biodiversity is being lost is significant. Scientific evidence indicates that invasive alien species (IAS) are the second leading cause of biodiversity loss worldwide. In Argentina there are a significant number of IAS that affect native species, the structure and function of ecosystems, and also have an impact on health as well as economic losses. The socio-environmental problems posed by biological invasions (BI) require a systemic approach in which education plays a relevant and transversal role. Given this reality, it is unavoidable to incorporate in the field of education an approach oriented towards reflection and the adoption of a critical position based on the analysis of the conflicts associated with the introduction of alien species (AS) and biological invasions (BI); in this way, education plays a strategic role in the search for a change in social perception and is presented as a relevant aspect to be considered. Capacity building within the framework of formal education contributes to the sustainability of knowledge through the generations that incorporate this issue into their expertise, thus providing them with greater knowledge.

The textbook is the most used resource by teachers and students as it offers a legitimized conception of what needs to be taught. In this sense, the general objective of this doctoral thesis is to know how textual and graphic contents on exotic species and biological invasions are developed in textbooks in the area of Natural Sciences and Biology of the Basic Secondary Education (BSE) and Upper Secondary School (USS) in the province of Buenos Aires, Argentina. The sample consists of 42 textbooks corresponding to two educational levels: 25 for Lower Secondary School (LSS, 12-15 years old) and 17 for Upper Secondary School (USS, 16-18 years old) covering editions from the years 2000 to 2019. The textbooks were selected taking into account the most widely distributed publishers in the province of Buenos Aires (Argentina) that are most used in educational institutions.

The analysis of the information in the textbooks was carried out by dividing the content into three sections: i) Analysis of the general content of the textbooks, ii) Analysis of the images and iii) Analysis of the activities. There are several findings of this work;

regarding the general analysis, it is observed that all the textbooks analyzed deal with the concepts of exotic species and biological invasions, mainly in the chapters that address ecological aspects, such as ecosystems, agroecosystems and food interactions. The LSS and USS textbooks include the topics of alien species and biological invasions mostly in the form of expository text in the main text of the chapter, although images and activities are also present. Most of the textbooks do not provide a definition of alien species, native species and biological invasions, and a large number of synonyms are used to refer to exotic species and biological invasions. The ecological impact caused by invasive species is mentioned by most textbooks as the main consequence of a biological invasion, above economic and health impacts. The results indicate that most textbooks include examples dealing with the topic, with mammals being the most relevant group followed by plants. In addition, classic examples of different species introduced outside the Argentinean territory and which are invasions recognized worldwide for the impact they have generated are also presented. The results indicate that the content of the management actions proposed in the textbooks is scarce. It was also found that there are no differences in terms of the didactic transposition carried out in the textbooks of the two educational levels analyzed (BSE and USS).

In relation to the images, the study shows that the textbooks include them when dealing with alien species and biological invasions. In relation to the degree of iconicity, photographs predominate over verbal diagrams and quantitative representations, and single images over double ones. The content of the illustrations, in general, circumscribes a close-up of the organism, descontextualized from the environment, with a preponderance of photographs of animals, particularly mammals; a minimal presence of references to invertebrates and plants is observed. The link between the images and the main text is mostly connotative, and as for the presence of verbal labels, those of the nominative type predominate. In relation to the functionality of the illustrations, the two groups of texts mostly included those of the complimentary type, i.e. those whose verbal labels contain information that has not been mentioned in the main text.

The textbooks include activities that allow the development of procedures linked to the communication of the information, proposing activities that raise debate, justification, opinion and argumentation. To a lesser extent, those procedures that enable the interpretation, search and organization of information and planning of the process are present, and those activities aimed at promoting observation and drawing conclusions are practically absent; the same occurs with the interpretation of data and graphs. The search for information is present in the textbooks of both levels, however, there is no indication of

where and how to carry out the search. Another of the procedures present in the activities is the one that contemplates the organization of the information, in this sense the proposed activities demand a very simple degree of analysis such as sorting and classifying animal and plant species into exotic and native. The simple description is another procedure for organizing the information found in the activities, which are solved with the information provided by the book itself. Finally, and based on the contributions of the study carried out, some criteria that should guide the treatment of AS and BI are considered and recommendations are proposed as a contribution to future editions of textbooks for Secondary Education that deal with these topics.

Keywords: textbooks, alien species, biological invasions, secondary education, images, activities.

ÍNDICE GENERAL

1. Introducción	1
2. Marco teórico	5
2.1 Biodiversidad o Diversidad Biológica	5
2.2 Principales causas que provocan pérdida de biodiversidad.....	6
2.3 Especies exóticas y criptogénicas e invasiones biológicas	7
2.4 El concepto de especie exótica.....	7
2.5 Especies criptogénicas.....	8
2.6 Invasiones biológicas	8
2.6.1 Factores que influyen en las invasiones	10
2.7 Introducción de especies exóticas	10
2.7.1 Tipos de introducción de especies exóticas.....	11
2.8 El proceso de una invasión biológica.....	18
2.9 Impacto de las invasiones biológicas	19
2.9.1 Impacto ecológico	20
2.9.2 Impacto socioeconómico.....	21
2.9.3 Impacto sanitario	22
2.10 Lineamientos estratégicos para el manejo de especies exóticas invasoras.....	22
2.10.1 Prevención.....	23
2.10.2 Erradicación	25
2.10.3 Control.....	25
2.11 Estrategia Nacional sobre la Biodiversidad en Argentina y su vinculación con las especies exóticas invasoras (EEI)	26
2.12 El rol de la educación para evitar la introducción de especies exóticas.....	31
2.13 Marco Legislativo de la Educación Ambiental en la Argentina	33
2.14 Diseños curriculares de la Escuela Secundaria de Argentina.....	36
2.14.1 Diseños curriculares de la Escuela Secundaria de la provincia de Buenos Aires y su relación con la biodiversidad	39
2.15 La biodiversidad en el contexto educativo	44
2.15.1 Conocimiento de los alumnos sobre la biodiversidad.....	44
2.16 El libro de texto	47
2.16.1 Tratamiento de la biodiversidad en los libros de texto.....	48
2.16.2 Las imágenes en los libros de texto.....	50
2.16.3 Las actividades en los libros de texto.....	57

3. Preguntas de investigación, objetivos e hipótesis.....	61
3.1 Preguntas de investigación	61
3.2 Objetivos de la investigación	62
3.3 Hipótesis de investigación.....	63
4. Metodología.....	65
4.1 Muestra.....	65
4.1.1 Unidades de muestreo	65
4.1.2 Unidades de registro.....	70
4.1.3 Unidad de contexto.....	70
4.2 Método de interpretación de textos: Análisis de contenido	70
4.2.1 Análisis del contenido general de los LT	71
4.2.2 Metodología para el análisis de las imágenes	76
4.2.3 Metodología para el análisis de las actividades	86
4.3 Análisis estadístico de los datos	88
5. Resultados y discusión.....	93
5.1 Análisis y discusión del contenido general de los libros de texto	93
5.1.1 Marco conceptual en cuyo contexto se aborda el tema de las especies exóticas (EE) y las invasiones biológicas.....	93
5.1.2 Formatos en los que se presenta la información correspondiente a las especies exóticas y bioinvasiones.....	102
5.1.3 Jerarquía textual	103
5.1.4 Definiciones de términos.....	105
5.1.5 Uso de sinónimos y expresiones para referirse a las especies exóticas e invasiones biológicas.....	111
5.1.6 Profundidad en el tratamiento de las especies exóticas y de las invasiones biológicas.	116
5.1.7 Ejemplos de especies invasoras mencionadas en los libros de texto y discusión.....	148
5.1.8 Ejemplos de interacciones entre especies exóticas invasoras y nativas	177
5.1.9 Acciones de manejo sobre las especies exóticas y las invasiones biológicas	192
5.1.10 Inconsistencias y contradicciones que presentan los LT al tratar los temas de especies exóticas e invasiones biológicas.....	199
5.2 Análisis de las imágenes sobre especies exóticas e invasiones biológicas en los libros de texto	204

5.2.1	Grado de Iconicidad	205
5.2.2	Relación con el texto principal.....	207
5.2.3	Etiquetas verbales.....	208
5.2.4	Imágenes individuales y dobles.....	209
5.2.5	Funcionalidad de las ilustraciones (fotografías y dibujos figurativos).....	211
5.2.6	Análisis del contenido de las imágenes.....	213
5.3	Análisis de las actividades.....	261
5.3.1	Tipo de resolución, ubicación y asociación a lecturas complementarias ...	261
5.3.2	Procedimientos promovidos por la actividad	263
5.3.3	Implicaciones de presencia de actividades en los libros de texto	279
6.	Conclusiones e implicaciones en educación.....	283
7.	Referencias bibliográficas.....	295
8.	Anexos.....	317

I. INTRODUCCIÓN

La importancia de la biodiversidad radica en que gran parte de los beneficios que los seres humanos obtienen de los ecosistemas están vinculados con la presencia, abundancia e interacciones de los seres vivos que los componen. Estos beneficios son utilizados para el bien estar de la sociedad, ya sea desde una perspectiva de subsistencia biológica, económica, social o cultural.

En la actualidad es significativo el ritmo con el que se pierde la biodiversidad; las causas se deben a múltiples componentes, por lo que se considera un problema multidimensional. Uno de los factores que provoca esta degradación comprende a las especies exóticas invasoras, que son consideradas la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel global. Estas especies generan importantes impactos negativos, tanto en el sistema natural como en el socio-económico. Ante este escenario de continua pérdida de biodiversidad es importante implementar acciones para alcanzar objetivos de conservación; sin embargo, no es suficiente con la implementación de medidas como la generación de áreas protegidas, marcos legales que regulen el uso de la biodiversidad o el control de las especies introducidas; también es esencial la educación acerca del valor de la biodiversidad nativa.

Las especies exóticas invasoras constituyen una problemática socioambiental que demanda un abordaje sistémico; en este sentido, la educación ocupa un espacio relevante y transversal. Diversas organismos y disposiciones internacionales señalan a la educación como instrumento necesario para la lucha contra las especies exóticas invasoras (*e.g.*, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Convenio sobre la Diversidad Biológica y Programa Mundial sobre Especies Invasoras). Estas instituciones reconocen el valor de la educación como una herramienta de prevención imprescindible para dar a conocer al público en general, y a los alumnos en particular, las causas, problemas y posibles soluciones para minimizar los riesgos derivados de las invasiones biológicas (Capdevila Argüelles, Iglesias García, Orueta y Zilleti, 2006; Vilches, Arcarúa y Darrigran, 2010). También se destaca la importancia de la inclusión de la temática de las especies exóticas invasoras en los documentos curriculares de la educación formal (ECCP, 2017; García Nowak, 2021, Sosa *et al.*, 2021, Speziale *et al.*, 2012); una contribución desde el nivel formal aumentará el

conocimiento y la sensibilización sobre el tema, y así, ayudará a generar interés, apreciar lo que se pierde y, finalmente, aceptar las medidas de manejo. En esta línea, y debido a que los libros de textos constituyen una herramienta fundamental en la enseñanza y el aprendizaje, se hace necesario conocer cómo se tratan estos temas en la bibliografía utilizada frecuentemente por los estudiantes, puesto que el conocimiento que adquieren los alumnos en la Educación Secundaria va a condicionar, muy probablemente, su toma de decisiones como ciudadanos en el futuro, cuestión que puede influir directamente sobre la biodiversidad del planeta.

Estructura de la tesis

El presente trabajo de tesis, en primer lugar, incluye el marco teórico de referencia en el que se incluyen los principales conceptos teóricos que hacen a la temática de interés para este trabajo: la biodiversidad, las especies exóticas y las invasiones biológicas. Se describen también las acciones que se desarrollan en la Argentina frente a las invasiones biológicas y el marco legislativo de la Educación ambiental. Asimismo, se explicita lo expuesto en los lineamientos curriculares, nacionales y de la provincia de Buenos Aires, en lo concerniente a la biodiversidad y su relación con las especies exóticas y las bioinvasiones, así como el rol de la educación. También la biodiversidad en el contexto educativo y el libro de texto como objeto de estudio y los diferentes aportes realizados en la investigación sobre este recurso educativo. Finalmente se presenta la justificación del estudio.

En el segundo apartado de la tesis se presentan, en función de la revisión bibliográfica realizada, las preguntas que guiaron la investigación de forma general, el objetivo general y los específicos conjuntamente con las hipótesis planteadas.

Los lineamientos metodológicos utilizados en este estudio se encuentran en el tercer apartado, en este se explicitan las decisiones tomadas respecto a la elección de los libros de texto (LT) analizados. Se describe la metodología seguida para el análisis del contenido general, las imágenes y las actividades incluidas al realizar el tratamiento de la temática de estudio. También se presenta la metodología seguida para el análisis estadístico de los datos.

En la cuarta sección se presentan los resultados y la discusión de los mismos; estos se han ordenado en tres apartados en función de los objetivos planteados para la investigación. La primera parte corresponde al análisis y discusión del contenido general sobre especies exóticas e invasiones biológicas en los libros de texto, luego se exponen los resultados y discusión del análisis de las imágenes, y finalmente, se muestran los resultados y análisis de las actividades presentes.

En el quinto apartado se presentan las conclusiones del trabajo, según los objetivos planteados al comienzo de la investigación. Además, se destacan las principales aportaciones de la investigación y se identifican las posibles contribuciones, para otras investigaciones o áreas de conocimiento, y futuras líneas de investigación.

El trabajo concluye con las referencias bibliográficas que proporcionan la información que permite identificar las fuentes utilizadas en el trabajo de investigación y, finalmente, se incluyen materiales complementarios en forma de anexos.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Biodiversidad o Diversidad Biológica

La biodiversidad contempla la variedad de seres vivos que existen en el planeta y las relaciones que estos establecen entre sí y con el medio que los rodea; es el resultado de millones de años de evolución. La especie humana y sus culturas han emergido de la adaptación al medio, así como de su conocimiento y su utilización. Siguiendo esta línea, biodiversidad puede mirarse desde dos dimensiones: la biológica y la cultural. De este modo, el concepto alcanza tanto a la diversidad genética, de especies (animales, plantas, hongos y microorganismos), de poblaciones y de ecosistemas, como a la de los múltiples procesos culturales que en diferentes épocas y contextos han caracterizado la relación del ser humano con su entorno natural (ENBPA, 2017).

El concepto de biodiversidad llegó a tener alcance universal a partir de la Cumbre de Río de Janeiro, Brasil, en 1992, donde surgió el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB, 1992). En este encuentro se definió a la diversidad biológica o biodiversidad como:

“La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (p.3).

Según esta definición, los componentes de la biodiversidad se distinguen sobre la base de tres niveles: el de los genes, el de las especies y el de los ecosistemas. Una conceptualización más actual es la planteada en la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (IPBES), en ella, siguiendo lo propuesto en la definición del CDB, se hace hincapié en la variabilidad de los organismos vivos, de este modo la definición plantea la biodiversidad como:

“la variabilidad de los organismos vivos a todos los niveles, incluyendo, entre otros, ecosistemas terrestres, marinos y otros sistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte. Esto incluye variación en las características genéticas, fenotípicas, filogenéticas y funcionales, como así también cambios en abundancia y distribución en el tiempo y el espacio dentro y entre especies, comunidades biológicas y ecosistemas” (Díaz *et al.*, 2015, p. 12).

La importancia de la biodiversidad radica tanto en su valor intrínseco como en su valor extrínseco o instrumental. La biodiversidad constituye el sustento de la mayoría de las actividades humanas y, además, es la base de una gran variedad de bienes y servicios ambientales que contribuyen al bienestar de las sociedades. En este sentido, aporta alimentos, agua, medicamentos, materiales de construcción, combustibles, etc. Además, provee servicios ecológicos relacionados con las funciones de los ecosistemas, como la regularización del clima, la fijación de dióxido de carbono, la recuperación de la fertilidad del suelo o la amortiguación, entre otros. También es importante porque, más allá de la utilización que el ser humano hace de los recursos, la diversidad biológica tiene un valor intrínseco que es independiente de las necesidades humanas. Por ejemplo, los procesos de los ecosistemas son procesos intrínsecos por los cuales mantienen su integridad (*e.g.*, productividad primaria, transferencia trófica, descomposición, ciclo de nutrientes o evapotranspiración). Estos procesos existen independientemente de la valoración humana, y su magnitud y tasa se pueden establecer independientemente de los valores e intereses culturales, económicos y sociales de los diferentes grupos sociales (Díaz, Fargione, Chapin III y Tilman, 2006).

El bienestar de la gran mayoría de las sociedades humanas se basa directamente en la utilización de servicios ecosistémicos fundamentales como la producción de alimentos, combustible o refugio, y la regulación de la calidad y cantidad del suministro de agua. Estos servicios de los ecosistemas pueden ser directos e indirectos; los primeros incluyen a los bienes materiales (alimentos, maderas, fibras, medicinas, etc.), y no materiales o intangibles que utiliza el ser humano y son difíciles de cuantificar en términos materiales (*e.g.*, valores éticos, estéticos, recreativos, culturales, educativos y científicos). Muchas especies animales y vegetales son parte importante del folclore y de las tradiciones de diferentes culturas (por ejemplo, árboles como el ceibo, el ombú o el algarrobo en Argentina). Por su parte, los servicios indirectos comprenden los procesos intrínsecos de los ecosistemas tales como la productividad primaria, la transferencia trófica, la descomposición, el ciclo de nutrientes, la evapotranspiración, polinización, dispersión de semillas, etc. (Díaz *et al.*, 2006).

2.2 Principales causas que provocan pérdida de biodiversidad

La biodiversidad está disminuyendo a gran velocidad a causa de factores provocados por el ser humano, estos factores, que se conocen como generadores de cambio, tienden a interactuar y potenciarse mutuamente, y se clasifican en directos e indirectos. La pérdida de

biodiversidad está vinculada de forma más evidente a generadores directos, que inciden en los procesos de los ecosistemas y pueden ser identificados y medidos con distintos niveles de precisión, como, por ejemplo, la pérdida de hábitat, el cambio climático, la sobreexplotación de recursos, la contaminación y la introducción de especies no nativas. También, los cambios en la biodiversidad están relacionados con generadores de cambios indirectos, o aquellos que actúan mediante la alteración del nivel o del ritmo de cambio de uno o de más generadores directos (*e.g.*, cambios de población, actividad económica, la tecnología y factores socio-políticos y culturales) (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

2.3 Especies exóticas y criptogénicas e invasiones biológicas

Los conceptos de especie exótica, especie criptogénica e invasión biológica son diferentes desde el punto de vista científico, sin embargo, son socialmente utilizados como sinónimos de forma inadecuada. Si bien son conceptos que están muy relacionados dentro del campo de la biología de las invasiones, son diferentes, razón por la cual, es importante conocer su significado para evitar su utilización como sinónimos y favorecer su manejo textual con mayor exactitud.

2.4 El concepto de especie exótica

Según el Convenio de Diversidad Biológica, único instrumento vinculante y mundialmente aplicable que trata de manera general la introducción, el control y la erradicación de especies exóticas en todos los taxones biológicos y ecosistemas, las especies exóticas se definen como aquellas especies, subespecies o taxones inferiores introducidos fuera de su área de distribución normal, en el pasado o en el presente; incluye partes, gametos, semillas, huevos o propágulos de tales especies que pudieran sobrevivir y subsecuentemente reproducirse (CDB, 2002). Por su parte, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2000) señala que una especie exótica, no-nativa, no-autóctona o foránea es una especie, subespecie o taxón inferior que ocurre fuera de su área natural (pasada o actual) y de dispersión potencial (*e.g.*, fuera del área que ocupa de manera natural o que no podría ocupar sin la directa o indirecta introducción o cuidado humano), e incluye cualquier parte, gameto o propágulo de dicha especie que pueda sobrevivir y reproducirse. En cuanto a la definición de especie nativa o autóctona, se indica que es una

especie, subespecie o taxón inferior, que ocurre dentro de su área natural y de dispersión potencial (e.g. dentro del área que ocupa de manera natural o puede ocupar sin la directa o indirecta introducción o cuidado humano) (IUCN, 2000). La UICN (2000) define a las especies exóticas invasoras como aquellas especies exóticas que se establecen en un ecosistema o hábitat natural o seminatural; son un agente de cambio y amenazan la diversidad biológica nativa. Estas especies invasoras prosperan sin ayuda del ser humano y amenazan hábitats naturales y seminaturales, fuera de su área habitual de distribución; además son agentes de cambio y ponen en peligro la diversidad biológica nativa, generando en consecuencia, daños ambientales (CDB, 2002).

2.5 Especies criptogénicas

En muchas ocasiones, no es posible establecer si una especie es exótica o nativa, debido principalmente a que no existen registros que acrediten su área de distribución original. A esas especies se las denomina criptogénicas, es decir, son especies con distribución geográfica amplia y/o incongruente, y son consideradas sospechosas de ser exóticas, porque tienen un origen desconocido (Carlton, 1996; Darrigran y Damborenea, 2006).

2.6 Invasiones biológicas

Las invasiones biológicas forman parte de un tema de investigación relevante que ha tenido un notable desarrollo en las últimas décadas y, como cualquier otro campo activo en Ecología, este no está libre de controversias, en particular aquellas discusiones que giran en torno a la definición de términos (Pereyra, 2016); diversos autores han propuesto definiciones para conceptualizar el término bioinvasión, sin embargo, sus contribuciones han confirmado la existencia de desacuerdos básicos sobre lo que es una invasión biológica. Estas ambigüedades dependen probablemente de la falta de pertinencia de los criterios utilizados para su definición: el criterio geográfico (o biogeográfico) y el criterio de impacto (Valéry, Fritz, Lefeuvre, Simberloff, 2007).

Según el criterio biogeográfico, para considerar una invasión biológica, la especie para invasora debe superar una barrera geográfica (e.g., un océano o una montaña) o recorrer una distancia determinada (e.g., más de 100 km). Los partidarios de este punto de vista consideran que la difusión por saltos es obligatoria, esta, según Simberloff (1995), implica

que la especie se disperse de forma irregular, con un corto período de expansión circular, que luego sufre saltos a larga distancia. Por consiguiente, la adopción de este criterio impide que las especies autóctonas o nativas sean consideradas como invasoras. Esta postura no es compartida por otros investigadores que consideran que una especie nativa puede comportarse como invasora cuando coloniza y domina un nuevo hábitat adyacente o cercano (*e.g.*, difusión). Este criterio tampoco aporta claridad cuando se está en presencia de las especies denominadas criptogénicas, aquellas especies con distribución geográfica amplia y/o incongruente, y consideradas como sospechosas de ser exóticas (Carlton, 1996; Darrigran y Damborenea, 2006).

El criterio del impacto indica que, se considera invasión biológica cuando la especie considerada invasora provoca un impacto mayor en el ecosistema en el que se dispersa. Esta definición considera un aspecto subjetivo ya que se debe tener en cuenta qué se considera como impacto mayor, puesto que el transcurso de una invasión biológica depende tanto de la identidad del invasor (*e.g.*, características biológicas) como del ecosistema que lo recibe (*e.g.*, vulnerabilidad del ambiente invadido o invasibilidad). En este sentido, una especie que invade dos ecosistemas diferentes en las mismas proporciones no tiene por qué tener el mismo efecto en ambos ambientes, en consecuencia, este criterio es inadecuado para definir la invasión biológica (Valéry, Fritz, Lefeuvre, Simberloff, 2007). Asimismo, a los organismos que, por su propia presencia, modifican las condiciones abióticas y bióticas de su entorno se los denomina ingenieros de ecosistemas (Gutiérrez y Jones, 2008; Jones, Lawton y Shachak, 1994). En este sentido, las especies invasoras pueden actuar como ingenieros de ecosistemas, ya que los cambios ambientales que provocan pueden tener un fuerte efecto sobre la estructura de la comunidad tanto en su componente abiótico como biótico (Darrigran y Damborenea, 2011).

El criterio que considera el proceso de invasión tiene en cuenta los pasos o etapas en que este se lleva a cabo, de esta manera, una invasión biológica consiste en que la especie adquiere una ventaja competitiva y supera obstáculos naturales simultáneamente con su proliferación, procesos que le permiten superar las etapas del proceso, dispersarse rápidamente y conquistar nuevas áreas dentro del ecosistema receptor, en el que se vuelve dominante (Darrigran y Brea, 2014).

2.6.1 Factores que influyen en las invasiones

La Biología de las invasiones es una disciplina relativamente nueva dentro del campo de la Biología clásica que, en los últimos años ha avanzado mucho en determinar qué factores favorecen o dificultan las invasiones. Existen hipótesis que tratan de explicar esta cuestión, como la hipótesis de la liberación del enemigo natural, la de la presión de propágulos o la de presencia de disturbios.

La hipótesis de liberación del enemigo natural, en la cual se ha basado el control biológico de plagas, propone que una especie exótica, al encontrarse en un nuevo hábitat no tendrá competidores, patógenos o predadores naturales, por consiguiente, será poseedora de una ventaja competitiva sobre las especies nativas que se hallan reguladas por sus enemigos naturales (Relva *et al.*, 2014; Santamaría, Pericàs, Carrete y Tella, 2008)

La hipótesis de la presión de propágulos indica que, el número de individuos que son introducidos, juntamente con la frecuencia y los sitios en que ocurre la introducción, contribuyen significativamente a que se produzca una invasión.

Finalmente, la hipótesis sobre la presencia de disturbios refiere que estos también son un factor facilitador de las invasiones, aunque no es considerada una condición necesaria para que esto ocurra; cuando se genera un disturbio o alteración en un determinado sistema se produce más espacio, se liberan recursos y las relaciones entre las especies se ven alteradas, de este modo, las especies exóticas aprovechan más los recursos y condiciones que las especies nativas. Asimismo, el tipo de hábitat y de comunidad a la que arriban las especies exóticas contribuyen favoreciendo la invasión. Al respecto, si bien durante un tiempo fue aceptado por los científicos que aquellos ambientes que poseían mayor número de especies resistían mejor a la invasión de especies exóticas (hipótesis conocida como de la resistencia biótica), estudios más recientes sugieren que el ambiente que es apto para las especies nativas también lo es para las exóticas (Relva *et al.*, 2014).

2.7 Introducción de especies exóticas

Una de las posibles causas del aumento de las invasiones biológicas es el creciente número y variedad de vectores. Se entiende por vector a todas aquellas vías por las cuales una especie atraviesa barreras naturales y altera su rango de distribución, ganando acceso a un nuevo hábitat distante de su región nativa o de su distribución actual (Brancatelli y Zalba, 2018; Darrigran y Damborenea, 2006).

A lo largo de su historia, la humanidad ha transportado gran cantidad de especies fuera de sus áreas naturales de distribución causando una nueva dinámica biogeográfica (Wade, 2016). Si bien este traslado de especies se ha producido desde tiempos remotos, se ha acentuado principalmente durante los siglos XIX y XX (Darrigran *et al.*, 2020); en estos siglos, debido a la expansión del comercio, los medios de transporte han aumentado notablemente su velocidad y se ha acrecentado el traslado de organismos vivos, permitiendo la transferencia de una mayor cantidad de especies menos longevas o resistentes. Asimismo, la utilización de rutas marítimas para el traslado, ha generalizado el uso del agua de lastre como sistema de estabilización de los barcos, lo que posibilita que muchas especies acuáticas salven barreras considerables, provocando la propagación y el aumento de nuevas especies en distintas regiones del planeta, con consecuencias ambientales inesperadas (Lizarralde, 2016).

Los movimientos de especies pueden realizarse tanto de manera intencional como no intencional, en el primero de los casos, las especies son transportadas deliberadamente para ser utilizadas en diversas actividades humanas. En el caso de las introducciones no intencionales o accidentales, las especies, son transportadas de manera inadvertida, por ejemplo, en cargamentos de semillas, de madera, en los envoltorios del interior de los contenedores, o, fundamentalmente, en el agua de lastre de los barcos. Asimismo, existe un tercer tipo de introducción que son las negligentes. Globalmente el 90 % de las introducciones de vertebrados y plantas son intencionales y el 10 % son accidentales (Galván-Guevara y De la Ossa, 2011). De este modo, si no se implementan estrategias eficaces para disminuir los impactos más perjudiciales de la introducción de especies exóticas, el ecosistema se empobrece y homogeniza, lo cual afectará a la humanidad de forma directa al tratar de proveer los servicios ecosistémicos (Mack *et al.*, 2000).

2.7.1 Tipos de introducción de especies exóticas

2.7.1.1 Introducciones intencionales

Las introducciones intencionales son aquellas que se han producido de forma deliberada por el ser humano, ya sean autorizadas o no, de forma consciente y con fines determinados como la agricultura, la caza o el comercio, entre otros.

2.7.1.1.1 *Actividades forestales, agrícolas y ganaderas*

Diversas actividades humanas necesitan del uso de madera, tanto para la construcción de viviendas, como para usarla como combustible o con fines industriales. A comienzos del siglo XX, fueron introducidas en la Patagonia argentina y chilena, ya sea con fines ornamentales y productivos, más de 60 especies distintas de coníferas (Núñez y Núñez, 2007; Zalba y Villamil, 2002). Una práctica muy utilizada en el ámbito forestal es la utilización de árboles exóticos, que, en general, presentan elevadas tasas de crecimiento y, de este modo, mejores rendimientos que las especies nativas (Richardson, (1998) como se citó en Capdevila Argüelles, Iglesias García, Orueta y Zilleti, 2006).

Del mismo modo que ocurre con los productos forestales, el ser humano ha trasladado animales con la finalidad de obtener alimento en los nuevos lugares que conquistaba en los cuales no existían especies susceptibles de consumo. Especies como cabras, cerdos y conejos han sido liberados en islas de todo el mundo, con frecuencia para proporcionar alimento a náufragos o a los tripulantes de barcos que debían hacer escala en el trayecto de su viaje (Capdevila Argüelles *et al.*, 2006). También se han introducido peces para la producción de alimento, lo que en ocasiones ha tenido graves consecuencias, como, por ejemplo, la introducción de la perca del Nilo en el lago Victoria (África); o la carpa (*Cyprinus carpio*), pez originario de Eurasia, que ha sido introducido en todos los continentes a excepción de la Antártida. Esta especie se adaptó y prosperó en los cuerpos de agua dulce invadidos de forma tal que los peces nativos ya no encuentran condiciones para sobrevivir. En Argentina, Navas (1987) citado por Chebez y Rodríguez (2013) señala en relación a la carpa que:

“...fue sembrada inconsultamente en distintas épocas de este siglo, con fines deportivos, en varios ambientes lacustres y fluviales (Río de la Plata; río Paraná en Misiones; lagunas San Ramón en Bragado, Buenos Aires; dique San Roque en Córdoba y en otros embalses y estanques). Actualmente se ha difundido en todos los arroyos y lagunas de la cuenca de río Salado, Buenos Aires”. Respecto a estas últimas se la menciona especialmente para la laguna Blanca Grande” (p.51).

Estos autores consideran a esta especie muy dañina para las especies nativas, ya que poseen el hábito de remover el fondo de los cuerpos de agua que han invadido, provocando alteraciones en la vegetación y sobre las puestas de huevos de otras especies ictícolas o invertebrados acuáticos que viven sobre el sustrato.

2.7.1.1.2 Actividad cinegética (caza) y pesca

La práctica recreativa asociada a la caza y pesca constituye una de las vías por la que más vertebrados han sido introducidos en diferentes partes del mundo. De este modo, las ganancias económicas y la concepción cultural de la vida silvestre tienen un papel preponderante tanto en la comercialización como en la liberación intencional de organismos fuera de su rango nativo de distribución (McNeely, 2001 como se citó en Guichón, Monteverde, Piudo, Sanguinetti y Di Martino, 2016). La Argentina, también ha sido un sitio en el que se han introducido diferentes especies con potencial cinegético, tal es el caso de la liebre europea, el ciervo colorado y el jabalí, entre otros. A principios del siglo XX, los ambientes acuáticos de la Patagonia eran considerados sistemas con baja diversidad biológica en comparación con los ambientes acuáticos continentales de otras regiones. Por tal motivo, a partir de 1904, comenzaron a ser introducidas una serie de especies de peces en los ambientes de la región. La familia de los salmónidos fue la más utilizada debido a su gran valor para la pesca recreativa y a la semejanza del hábitat con los ambientes del hemisferio Norte de donde son originarios. Se introdujeron un total de siete especies de salmónidos, de las cuales la trucha de arroyo (*Salvelinus fontinalis*), la trucha marrón (*Salmo trutta*), la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), el salmón encerrado (*Salmo salar*) y la trucha de lago (*Salvelinus namaycush*) son las que se han adaptado a los ambientes acuáticos de la zona (Relva *et al.*, 2014).

2.7.1.1.3 Comercio ilegal de mascotas, acuarismo y plantas ornamentales

En los últimos años, la importación, producción y comercialización de organismos se ha transformado en una muy importante y eficaz fuente de dispersión de animales y vegetales por todo el mundo. La ardilla de vientre rojo (*Callosciurus erythraeus*) es un roedor silvestre, de hábitos diurnos y arborícolas, originario del sudeste de Asia, que fue introducido en Argentina en 1970 con fines de mascotismo (Borgnia, Benitez, Gozzi y Guichón, 2013). En el caso de los peces de agua dulce, las especies que predominan en el acuarismo son originarias de los grandes lagos de África y de los ríos Mekong, en Indochina, y Amazonas, en Sudamérica. El acuarismo, que es una actividad estética y recreativa aparentemente inofensiva, puede constituirse en una seria amenaza para los ecosistemas a través de dos vías diferentes. Por un lado, la introducción directa de especies, por liberación o escapes de ejemplares, y por otro, mediante la introducción indirecta de los parásitos que estos animales transportan.

Del mismo modo, el abandono o liberación intencional de mascotas es una problemática importante asociada a las invasiones biológicas, de esta manera, ejemplares de diferentes especies son liberados cuando dejan de ser agradables como mascotas o cuando su número o tamaño resulta excesivo.

También la introducción de plantas ornamentales exóticas constituye una acción de alto riesgo, en este sentido, el Delta del Paraná (Argentina) ha sido invadido por plantas que se dispersaron desde jardines (*e.g.*, ligustrina y lirio amarillo, entre otras) y cultivos (*e.g.*, sauce llorón o álamos), dando como resultado la pérdida sustancial de biodiversidad de la zona (Giorgis *et al.*, 2006). Ziller (2004) señala que, si bien los primeros movimientos de especies de una región a otra del planeta se hacían con la finalidad de suministrar productos agrícolas, forestales y otros para uso directo, en la actualidad, el propósito de la introducción de especies ha cambiado significativamente al comercio de plantas ornamentales. En este sentido, la autora resalta que el número de especies que se volvieron invasoras equivalen a casi la mitad de los casos de introducción de plantas registrado en el mundo.

2.7.1.1.4 Elaboración de indumentaria, cuero y piel de animales

Las pieles y cueros animales fueron los primeros materiales utilizados por el ser humano para cubrir su cuerpo y aislarlo del medio externo que lo rodeaba. Durante la década de 1930, tanto Argentina como Chile promovieron distintas iniciativas públicas y privadas para desarrollar la industria peletera, incluyendo el establecimiento de criaderos de especies exóticas. Debido a la calidad de la piel y su factibilidad productiva en cautiverio, el visón americano fue introducido en criaderos en varios países, entre ellos Argentina. Años más tarde, en 1945, el Ministerio de Marina de la República Argentina impulsó la compra de cincuenta castores para introducirlos en el Territorio Nacional de Tierra del Fuego (Argentina), el objetivo de esta introducción era enriquecer la fauna local y promover la industria peletera (Pietrek y Fasola, 2014).

2.7.1.1.5 Control biológico de plagas

El control biológico es una práctica muy importante para el manejo de plagas, que consiste en la utilización de organismos vivos para reducir y mantener la abundancia poblacional de una plaga por debajo de los niveles de daño económico. El método clásico de control biológico consiste en localizar enemigos naturales en el área de origen, seleccionar aquellos que son específicos, de manera que no ocasionen ataques a otros organismos benéficos, y liberarlos en el campo. Este método es pertinente cuando una especie se

establece en áreas fuera de su rango nativo de distribución, en la que no se hallan sus enemigos naturales (Fischbein, 2012). A través de esta estrategia, mediante la introducción de la mariposa *Cactoblastis cactorum*, nativa de Argentina, se controló con éxito la población invasora de cactus (*Opuntia sp.*) en Australia. Otro ejemplo lo constituye la introducción de mangostas (*Herpestes auropunctatus*) en Jamaica, esta especie se introdujo para controlar a las ratas (*Rattus sp.*), sin embargo, las ratas son de actividad nocturna mientras que la mangosta es diurna. La consecuencia fue que la mangosta se convirtió en una nueva especie exótica invasora (EEI).

2.7.1.2 Introducciones no intencionales o involuntarias

Las introducciones no intencionales o involuntarias son aquellas que se producen sin que haya una planificación previa, las especies son transportadas a través de vectores, siguiendo las rutas comerciales de la actividad del ser humano, por ejemplo, en cargamentos de semillas, de madera, en los envoltorios del interior de los contenedores, o, fundamentalmente, en el agua de lastre de los barcos.

2.7.1.2.1 Agua de lastre y bioincrustación

El transporte marítimo es la vía más importante de transporte comercial a nivel global (aproximadamente el 80 % del comercio actual se realiza por barcos) y es el camino más importante de introducción de especies exóticas invasoras acuáticas. Cuando los buques navegan desprovistos de la carga que deben transportar, es necesario que se llenen de agua los tanques de lastre para mantener la estabilidad durante el viaje. El agua de lastre contiene materia en suspensión, cuando este material ingresa al tanque, se asienta en el fondo y puede convertirse en alojamiento y campo de cultivo de una variedad de organismos de vida acuática. Cuando el agua es descargada en el puerto de destino, donde el navío cargará sus bodegas, los organismos son liberados al medio ambiente. En general, muchos de estos mueren debido a que las características ambientales y las especies nativas que dificultan su establecimiento, mientras que otros sobreviven pudiéndose convertir en especies invasoras. Se estima que aproximadamente 4 mil millones de toneladas de agua de lastre son transferidas globalmente cada año, y que 7.000 especies de bacterias, plantas y animales son cargadas cada día en el agua del lastre de buques alrededor del mundo (da Costa Fernandes y de Carvalho Leal Neto, 2006). En la Argentina existen especies que han ingresado de manera involuntaria a través del agua de lastre, tal es el caso del mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*), cuya detección ocurrió en 1991 en el Río de la Plata (Darrigran y

Damborenea, 2006); y del alga japonesa denominada wakame (*Undaria pinnatifida*), detectada por primera vez en 1992 en el Golfo Nuevo (Chubut), cuyo ingreso fue atribuido al transporte por medio del agua de lastre de buques internacionales (Casas y Schwindt, 2008).

Las incrustaciones biológicas, también denominadas *biofouling*, se producen cuando distintos grupos de micro y macroorganismos se asientan y crecen sobre cualquier sustrato sumergido natural o artificial. Antes de comenzar un nuevo viaje, muchos barcos permanecen largos períodos anclados en los puertos; de esta manera se produce el asentamiento sobre el casco del barco de especies cuya etapa juvenil o larvaria es planctónica (e.g., ascidias, tunicados, cirripedios, algas, briozoos e hidrozoos, entre otros). En la mayoría de los casos, al llegar a su nuevo destino, gran parte de estas especies se reproducen y generan otro ciclo en su nuevo hábitat (Casas, 2004). Del mismo modo ocurre con embarcaciones de menor porte, como lo son las embarcaciones deportivas, que también pueden ser vectores de especies. Igualmente, los elementos de pesca (e.g., redes y cañas) o la indumentaria utilizada por las personas que llevan a cabo la actividad pueden ser vectores de traslado de especies invasoras, por lo que es sumamente importante realizar la limpieza de todo el material una vez finalizada la actividad (Casas, 2004).

2.7.1.2.2 Cargamentos de productos agrícolas y ganaderos

Otro tipo de introducciones involuntarias son aquellas en las que las especies exóticas están asociadas a cargamentos de productos agrícolas, madera, flores, plantas y semillas. Durante las primeras épocas de la colonización de muchas partes del mundo, la mayoría de las plantas y de los animales exóticos ingresaron de manera oculta, especialmente como polizones en los barcos. Si bien, muchos de esos organismos los ha trasladado voluntariamente el ser humano, otros han viajado inadvertidamente como polizones. De este modo, no ha sido posible evitar que, por ejemplo, ratas, ratones y un gran número de invertebrados (e.g., artrópodos y moluscos) viajen en barcos, aviones, trenes u otros medios de transporte y se dispersen por grandes regiones del planeta que les han sido favorables.

Otro ejemplo, de introducción involuntaria de especies, lo constituyen los parásitos asociados con peces introducidos en actividades de piscicultura. Tales parásitos, introducidos accidentalmente, pueden comprometer la salud ambiental de la piscicultura y causar nuevas enfermedades en ecosistemas naturales.

2.7.1.3 Introducciones negligentes

Algunas especies pueden ser introducidas de una forma que no puede ser considerada intencional, ya que no se busca el establecimiento de una población silvestre. Pero tampoco es correcto denominarla introducción involuntaria o accidental. Cuando hay información sobre las vías de introducción accidental o falta de previsión a la hora de evitar el escape de poblaciones o individuos mantenidos en cautividad y, en ninguno de los casos se toman las medidas necesarias para que esto no ocurra, la introducción es considerada como negligente, ya sea porque no se han considerado las consecuencias que puede tener la liberación, o porque no se han puesto las medidas lógicas necesarias para evitar el escape (Capdevila Arguelles, *et al.*, 2006). Estos autores señalan que entre las principales introducciones de carácter negligente se encuentran los escapes de granjas (*e.g.*, peleteras y ranicultura), piscifactorías y acuarios; o por el cierre de explotaciones con fauna exótica. El escape consiste en el movimiento de organismos en estado de cautividad o confinamiento al medio ambiente natural. En una primera instancia, los organismos son adquiridos o transportados voluntariamente en condiciones confinadas y luego se produce la fuga. Ello puede incluir la liberación intencional, accidental o descuidada de organismos vivos al medio ambiente, por ejemplo, casos como la eliminación de alimento vivo o el uso de carnada viva en sistemas de agua no confinados (CDB, 2016).

En Argentina, debido al fracaso económico del negocio peletero, algunos animales fueron liberados o escaparon, estableciendo poblaciones silvestres (Lizarralde y Escobar, 2000), tal es el caso del visón americano (*Neovison vison*). Actualmente, el visón americano constituye el carnívoro exótico invasor de mayor distribución en Patagonia (Valenzuela, Sepúlveda, Cabello y Anderson, 2016).

Otro ejemplo lo constituye el caracol gigante africano (*Achatina fulica*), que se introdujo en Brasil en 1988 con fines comerciales, sin realizar ningún estudio de mercado, verificación de experiencias similares en otros países o autorización de la agencia competente (Gutiérrez Gregoric, Nuñez y Vogler, 2012). El resultado fue que la comercialización no tuvo éxito, lo que llevó al abandono de los criaderos y la liberación de caracoles en el medio ambiente. Actualmente, el caracol gigante africano ya se encuentra en al menos 23 de los 26 estados brasileños (Thiengo *et al.*, 2007) y ha invadido las provincias de Misiones y Corrientes de Argentina. A Misiones pudo haber llegado desde Brasil de manera accidental, debido a la utilización de este molusco como carnada en la pesca artesanal o bien, debido el traslado de especímenes para realizar artesanías con su valva (Gutiérrez Gregoric *et al.* 2012). A Corrientes habría llegado por el traslado de tierra desde

Misiones, en la cual se portaban huevos de la especie (Reyna, Gordillo y Morán, 2018). Esta especie, debido al impacto que produce, se encuentra entre las 100 especies invasoras más perjudiciales del mundo (Lowe, Browne, Boudjelas y De Poorter, 2004).

2.8 El proceso de una invasión biológica

El éxito que puedan tener las especies exóticas invasoras en el nuevo ambiente es resultado de la conjunción de varios factores, por un lado, los inherentes a la capacidad de invasión de la especie (invasividad), que está relacionado con la facultad propia de una especie en particular para invadir un hábitat determinado, también reciben el nombre de factores intrínsecos, como son la alta tasa de reproducción, masa corporal, abundancia, etc. Por otra parte, los que están relacionados con la susceptibilidad de un hábitat a ser invadido por las especies exóticas (invasibilidad), que hacen referencia a la interacción que se establece entre la especie introducida con aquellas presentes en el ecosistema receptor, así como a las condiciones ambientales a las que debe hacer frente. Algunos de los factores bióticos que determinan un mayor grado de invasibilidad son la ausencia de competidores y enemigos naturales, y la presencia de organismos con los que se establezcan relaciones mutualistas. Asimismo, las condiciones ambientales que favorecen este proceso son las perturbaciones del ambiente, las que suponen una mayor liberación de recursos disponibles para la especie introducida (Pino, Gassó, Vilà y Sol, 2008). Para que una especie pueda establecerse fuera de su rango de distribución original, debe franquear una serie de obstáculos que, una vez superados, le permitirán traspasar sus límites naturales (Figura 1.1.), es entonces que se las denomina especie invasora.

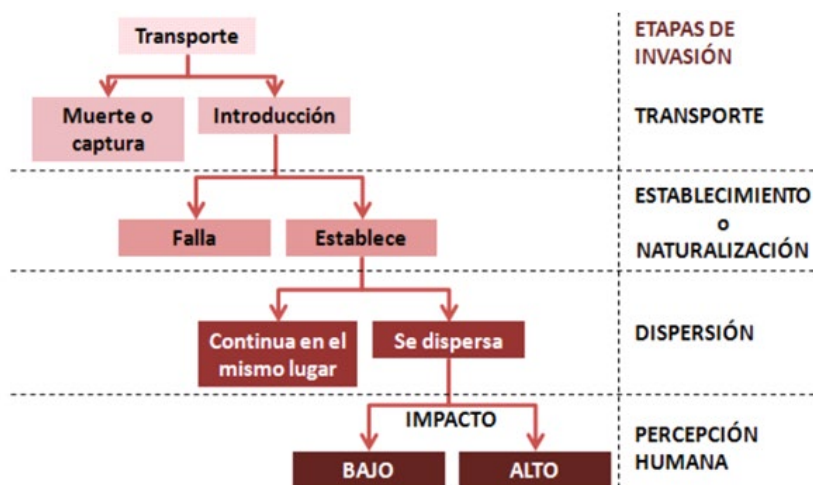


Figura 1.1. Etapas del proceso de invasión (modificada de Lockwood, Hoopes y Marchetti 2007).

La capacidad de invasión de una especie está relacionada con la interacción entre las especies exóticas invasoras, las nativas y el hábitat. La mayoría de las especies que están involucradas en el proceso de invasión probablemente nunca puedan superar la secuencia de obstáculos, o al menos no en un único intento (Darrigran, Damborenea y Tambussi, 2011), ya que algunas pueden morir en el transporte o en su descarga en el nuevo hábitat, o no reproducirse. Sin embargo, la repetición de estos intentos incrementa la probabilidad de invadir exitosamente al ambiente, esto se conoce como presión de propágulos y establece las diferencias en el éxito de invasión entre regiones y entre especies exóticas. Diferencias en el éxito de invasión que, además, pueden estar relacionadas con el tiempo desde que dichas especies fueron introducidas y la cantidad y frecuencia de propágulos con la que se introducen (Carrillo-Gavilán, 2011). Como una generalización a la proporción de especies introducidas que se convierten en invasoras, Williamson (1993) como se citó en Carrillo-Gavilán (2011) propone la regla del diez; esta predice que el 10 % de las especies importadas logra liberarse en el medio natural; una de cada 10 de éstas logra constituir una población, y un 10 % resulta invasora.

2.9 Impacto de las invasiones biológicas

En relación a la huella o marca de las bioinvasiones, existen especies exóticas que se han introducido voluntariamente en diversas partes del planeta y han generado beneficios económicos, por ejemplo, diferentes especies de cultivo, ganado y especies forestales, entre otras. Sin embargo, hay otras especies que se han introducido, ya sea de manera accidental o intencional, y tienen una incidencia negativa directa sobre la biodiversidad, por lo cual es un verdadero desafío controlar y reducir la introducción de estas especies.

Las invasiones biológicas constituyen un problema tanto biológico como social (Borgnia, Benitez, Gozzi y Guichón, 2013), y son consideradas la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel global después de la destrucción del hábitat (Clavero y García Berthou, 2005; Darrigran y Damborenea, 2011), y la primera causa en islas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). En Argentina, las especies exóticas han sido detectadas como una amenaza importante para la conservación de la biodiversidad (Fasola y Roesler 2016; Novillo y Ojeda 2008; Torres y Gonzalez-Pisani 2016), se han reconocido especies exóticas que generan impacto negativo sobre las especies nativas y la provisión de los servicios ecosistémicos (Millennium Ecosystem Assessment 2005, Vilá *et al.*, 2010), así como en los aspectos económicos y sociales (InBiAr, 2020).

Las consecuencias de las invasiones biológicas, pueden ser evaluadas desde tres enfoques diferentes según el impacto que ocasionen: ecológico, socioeconómico y sanitario.

2.9.1 Impacto ecológico

El impacto ecológico producido por la introducción de especies exóticas ocasiona consecuencias importantes que se traducen en la pérdida de biodiversidad, debido principalmente a las modificaciones del hábitat y de la estructura de la comunidad, como así también a la desaparición de especies autóctonas (Darrigran, 2002). El sistema tiende a la homogenización de especies y todos los ecosistemas se caracterizan por presentar estrechas interacciones entre los componentes abióticos y bióticos. Las especies invasoras suelen alterar estas relaciones estructurales y funcionales, provocando la modificación de la riqueza específica y la relación entre los distintos eslabones de la cadena trófica, entre otros. Esto resulta en un impacto negativo sobre la biodiversidad, afectando a las especies nativas a través de cambios en la dinámica de ecosistemas, en características morfológicas o genéticas, y en la transmisión de enfermedades y parásitos (Darrigran y Damborenea, 2011).

Las especies exóticas compiten con las nativas por el espacio, por el refugio y por la fuente de energía. De esta manera tienden a ocupar los nichos ecológicos de las especies nativas, depredando sus fuentes de alimento o consumiendo los nutrientes del ambiente. Si bien existen casos en los cuales las especies invasoras ocupan nichos vacíos (*e.g.*, mejillón dorado, Darrigran, 2002), lo más frecuente es que la especie introducida ocupe el nicho de una especie nativa y que, se cumpla el principio de exclusión competitiva, con el consecuente desplazamiento de la especie autóctona.

Según Capdevila Argüelles, Iglesias García, Orueta y Zilleti (2006), las consecuencias que pueden derivarse de la introducción de especies no nativas invasoras son:

1. Depredación, ya sea de animales o de plantas;
2. Competencia directa e indirecta;
3. Hibridación, lo que puede derivar en introgresión genética¹;

¹Es el movimiento de genes de una población a otra a través de la hibridación seguida por el retrocruzamiento. Comúnmente se refiere al movimiento de genes desde una especie a otra o entre subespecies que están aisladas geográficamente.

¡Error! Referencia de hipervínculo no válida.

4. Facilitación de invasión por parte de otras especies, como parásitos, tanto animales como plantas;
5. Erosión por consumo de la vegetación, por pisoteo o por excavación;
6. Introducción de enfermedades y parásitos.

2.9.2 Impacto socioeconómico

El impacto socioeconómico provocado por las especies exóticas invasoras (EEI) es una preocupación que se ha acrecentado en las últimas décadas, en este sentido Pimentel, Zuniga y Morrison (2005) señalan que las invasiones biológicas generan una pérdida cercana a los 120 billones de dólares anuales en los Estados Unidos. En Europa, se documenta que las especies exóticas invasoras causan más impactos socioeconómicos que ecológicos, probablemente porque los primeros son percibidos más fácilmente y son reportados inmediatamente por las personas interesadas (Vilá *et al.*, 2010). Si bien existe cierta correlación entre los impactos ambientales y socioeconómicos, estos últimos no pueden deducirse de forma fiable del impacto en el medio ambiente, por ejemplo, el mosquito tigre (*Aedes albopictus*) probablemente tiene un impacto relativamente bajo en la biodiversidad, pero claramente un impacto muy alto en la salud humana (Bacher *et al.*, 2017).

Es difícil cuantificar el impacto de las EEI en el territorio argentino, ya que es muy elevado el número de especies introducidas (730 según el Sistema Nacional de Información sobre Especies Exóticas Invasoras, InBiAr 2020), y, además, también es difícil de cuantificar en términos económicos gran parte de los daños (Zilio, 2019). Según Darrigran y Darrigran (2001), los ambientes naturales, como los cursos de agua superficiales, son bienes o recursos comunes que presentan características económicas especiales, puesto que se caracterizan por ser de libre acceso (su uso no tiene ningún costo para quienes lo utilizan), por lo tanto, no hay un precio de mercado. Esto determina que el aprovechamiento eficiente de recursos naturales como ríos y lagos, así como la conservación de su calidad ambiental, no se logre por medio del empleo de los mecanismos del mercado.

No obstante, es posible identificar algunos impactos sobre la agricultura, la salud humana y los costos de control de EEI que pueden ayudar a evidenciar la importancia de contar con una estrategia integral diseñada para prevenir, controlar y eventualmente erradicar EEI del territorio nacional. En este sentido, Zilio (2019) señala que, sólo en el año 2016, el impacto asociado a doce EEI, de un total de 723 reportadas en el territorio nacional, generaron una pérdida de al menos US\$ 3,38 billones. Si bien estos costos son los producidos

por los daños generados en la producción, acciones de prevención y control, y gastos de investigación y desarrollo; además, las bioinvasiones implican un enorme costo en términos de pérdida de biodiversidad, en síntesis, en los servicios ecosistémicos en general (Zilio, 2019).

Además, las invasiones biológicas pueden generar consecuencias en pequeños productores, comunidades indígenas, campesinos, pescadores y marisqueros artesanales. El impacto producido por las EEI es muy importante, ya que estos grupos sociales dependen directamente de los bienes y servicios provistos por los ecosistemas. Estos efectos económicos son particularmente serios en países en vía de desarrollo, ya que tienen una dependencia muy estrecha con las actividades agrícolas, ganaderas y forestales (FAO y SAyDS, 2018).

2.9.3 Impacto sanitario

Las invasiones biológicas constituyen una amenaza para la salud humana, ya que algunas especies pueden ser vectores de enfermedades. Así, por ejemplo, el mosquito tigre (*Aedes aegypti*), que fue introducido en América desde África a través del comercio marítimo de neumáticos usados, los que usualmente contienen pequeñas cantidades de agua en la que viajan huevos o larvas de estos mosquitos, así como otros organismos. Esta especie es vector de transmisión de varios arbovirus, como los causantes del dengue, la fiebre chikungunya y el zika. En el año 2009, la Argentina sufrió la peor epidemia de dengue de su historia, tanto por la cantidad de personas afectadas como por la dispersión geográfica de los casos autóctonos, que excedieron los canales endémicos tradicionales (Tarragona *et al.*, 2012). Las ratas y otros roedores exóticos (*e.g.*, rata negra, rata marrón y laucha doméstica) constituyen reservorios de enfermedades que afectan a las personas, como la peste bubónica, la leptospirosis, la fiebre por mordedura de rata y la salmonelosis entre otras (GISP, 2005).

2.10 Lineamientos estratégicos para el manejo de especies exóticas invasoras

Las estrategias de manejo de especies exóticas invasoras se basan en diferentes pilares, como la prevención, la detección temprana o alerta, el control y la erradicación (Apel, Cafic, Oddi, Padin y Testani 2007; Darrigran y Damborenea, 2006). En general, prevenir, controlar y hasta erradicar se realiza de forma más sencilla (operativa y

económicamente) en el ambiente artificial que en el natural. Por lo tanto, la capacidad de manejo en el ambiente natural se ve beneficiada si se está en condiciones de predecir la capacidad invasora de una especie exótica, lo cual implica el conocimiento y la evaluación de una serie de variables que están directamente relacionadas con las características biológicas de la especie, del vector y del ecosistema en el cual la especie es introducida, y que pueden afectar su establecimiento, difusión e impacto (Capdevila Argüelles *et al.*, 2006). El artículo 8, inciso h del Convenio sobre la Diversidad Biológica indica que se impedirá la introducción de especies exóticas, y se controlará y erradicará las introducidas, que amenacen ecosistemas, hábitats y especies.

2.10.1 Prevención

La prevención implica regular las introducciones voluntarias e impedir las involuntarias, para lo cual es importante la identificación de las posibles especies de alto riesgo de invasión, los vectores (*e.g.*, barcos) y las posibles rutas de entrada (*e.g.*, puertos) (Darrigran y Arcarúa, 2011), y al mismo tiempo, evaluar la capacidad del ambiente a ser invadido. La prevención es la medida de manejo que posee mejor relación costo beneficio en los aspectos económico, social y ambiental. Tiende a evitar la introducción de especies exóticas en los ecosistemas naturales y es previa al proceso de colonización (Apel *et al.*, 2007). La adopción de una estrategia de prevención dirigida a las formas de transmisión de las especies (vectores) constituye el elemento clave para limitar la entrada de especies asociadas al vector.

En materia de prevención, la sociedad en su conjunto tiene una gran responsabilidad en cuanto a las acciones de ingreso y/o dispersión de las EEI. En la actualidad, tanto a nivel social como a nivel gubernamental, existe un alto grado de desconocimiento sobre las bioinvasiones (vías de entrada, vectores, factores que condicionan su establecimiento, impacto, etc.), por este motivo y por tratarse de la segunda causa de pérdida de biodiversidad a nivel global, las especies exóticas invasoras deben ser visibilizadas, realizando difusión, divulgación y educación sobre su existencia y sobre los problemas ambientales (tanto en el ambiente natural como artificial) que ocasionan.

Las acciones de prevención deberían dividirse en dos niveles de acción, por un lado, el nivel gubernamental, en el cual se debería concientizar sobre el tema a los funcionarios y políticos encargados de la gestión ambiental, además de establecerlas medidas de prevención necesarias en relación con los potenciales vectores. Como por ejemplo, la certificación de

que los contenedores que transportan los productos comerciales estén libres de organismos vivos, o la obligatoriedad de monitorear el agua de lastre de los buques; aplicando el principio precautorio promovido por el Convenio sobre Diversidad (GISP, 2005), este principio indica que:

“Puesto que no pueden predecirse los impactos las vías y los impactos en la diversidad biológica de las especies exóticas invasoras, los esfuerzos por identificar e impedir introducciones intencionales, así como las decisiones relativas a introducciones no intencionales, deberían basarse en el enfoque de precaución, en particular con referencia al análisis de riesgos, de conformidad con los principios de orientación que siguen. El enfoque de precaución es el establecido en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, de 1992, y en el preámbulo del Convenio sobre la Diversidad Biológica. El enfoque de precaución debería también aplicarse al examinar las medidas de erradicación, contención y control en relación con las especies exóticas que se han establecido. La falta de certidumbre científica acerca de las diversas consecuencias de una invasión no debería utilizarse como una razón para aplazar o para no adoptar medidas adecuadas de erradicación, contención y control” (CDB, 2002, p. 264).

El segundo nivel es el correspondiente a la sociedad en general, en este sentido, algunas de las acciones de prevención que se pueden tener en cuenta son: no comprar animales silvestres como mascotas (sean nativos o exóticos), no liberar a las mascotas al ambiente natural, tomar precauciones necesarias para no transportar especies de forma involuntaria, etc. (Vilches, Arcarúa y Darrigran 2010). Por este motivo, es necesario interactuar con la comunidad para conocer y evaluar las opiniones y actitudes de las personas hacia las EEI. Siguiendo esta línea, Bertolino y Lurz (2011), señalan que, en las zonas urbanas, la percepción pública suele estar basada en respuestas emocionales y el conocimiento sobre las EEI es muy limitado. Otros autores (Vaske, Jacobs, Sijtsma, 2011) también resaltan la ventaja de contar con el apoyo del público en general en temas vinculados con el manejo de la naturaleza y la vida silvestre. En lo que se refiere puntualmente a las invasiones biológicas, las actitudes públicas también tienen grandes implicaciones para el manejo de las EEI en términos de éxito en la prevención, alerta temprana y erradicación (Burt *et al.*, 2007; Crall *et al.*, 2010). Dado que, las invasiones biológicas se reconocen como una amenaza potencialmente importante para la biodiversidad, con considerables efectos económicos y sociales, se han convertido en un tema importante en la política y gestión ambiental. Sin embargo, la percepción de la sociedad sobre las EEI es limitada, así, en general, una mayor conciencia social de las amenazas planteadas por las EEI puede llevar a decisiones y acciones que ayuden a prevenir su propagación (Darrigran *et al.*, 2012). Esto se aplica no solo a las personas en general, sino también a los docentes, ya que tienen la

responsabilidad de generar conductas en los alumnos como futuros tomadores de decisiones (Remmele y Lindemann-Matthies, 2020).

Para ambos niveles, social y educacional, el aumento de la concienciación de la sociedad respecto a las especies exóticas invasoras es imprescindible para evitar el ingreso de estas. Por consiguiente, es importante que desde el Estado se promueva la educación y la sensibilización social acerca de los riesgos asociados con la introducción de especies exóticas. Cuando sea necesario adoptar medidas de manejo, deberán organizarse programas de educación y de sensibilización social, con el fin de que las comunidades locales y los grupos adecuados del sector participen en el apoyo a tales medidas.

2.10.2 Erradicación

La erradicación consiste en la remoción de todos los individuos de la población y en evitar su reintroducción. Esta acción, solo es posible llevarla a cabo cuando la invasión biológica se encuentra en un estado temprano del proceso, donde el ritmo de crecimiento es lento, ya que, una vez que la especie introducida se naturaliza al ambiente, se produce una explosión demográfica de la misma y el comienzo de su dispersión, a partir de este momento es prácticamente imposible su erradicación (Darrigran y Brea, 2014). En las etapas iniciales del proceso de invasión, la percepción de la especie en el ambiente por el ser humano es muy baja o casi nula, situación que no favorece la erradicación de las especies.

2.10.3 Control

Esta es la estrategia a elegir cuando la erradicación no es posible o conveniente, o como primera etapa de manejo de una invasión. El control consiste en disminuir la cantidad de individuos o limitar el rango espacial y temporal de dispersión de una especie invasora. El control puede hacerse por una combinación de métodos (físicos, químicos y biológicos), cuyo diseño de aplicación está en relación con el lugar a controlar y con la capacidad invasora de la especie en cuestión.

El control físico incluye diversos métodos mecánicos de extracción, corte y desbroce de plantas o de captura de animales, como así también alteraciones del medio físico en el que viven las especies. Los primeros tienen la ventaja general de permitir un control selectivo, pero son muy costosos tanto en esfuerzo como en dinero. Las alteraciones de los factores físicos y químicos del hábitat presentan el problema de que también pueden eliminar

a las especies nativas. Por lo tanto, su uso está limitado a grandes concentraciones de especies invasoras que excluyen a las especies nativas en esa zona (Capdevilla *et al.*, 2006).

El control químico consiste en la utilización de productos como herbicidas, insecticidas, molusquicidas..., en definitiva, venenos, con el objetivo de eliminar a las especies invasoras. Sin embargo, estas sustancias pueden producir efectos negativos sobre el ambiente, la vida silvestre y la salud humana, ya que pueden ser muy tóxicas y persistir mucho tiempo en el medio, por ejemplo, el DDT (dicloro-difenil-tricloroetano) que fue utilizado para combatir la malaria, pero luego se prohibió (Apel *et al.*, 2007). Un ejemplo de control químico que se lleva a cabo en la ciudad de Bariloche, Argentina, es el que se efectúa sobre la avispa chaqueta amarilla (*Vespula germanica*), para el cual se utilizan cebos tóxicos.

El control biológico consiste en introducir algún agente biológico que puede ser un depredador, un parásito, un patógeno o un competidor de la especie invasora. El riesgo potencial de este tipo de control es que, si la especie que se introduce para el control biológico tampoco tiene sus depredadores naturales en el nuevo lugar puede transformarse en una nueva especie invasora (Apel *et al.*, 2007; Darrigran y Damborenea, 2006).

2.11 Estrategia Nacional sobre la Biodiversidad en Argentina y su vinculación con las especies exóticas invasoras (EEI)

El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) de las Naciones Unidas fue ratificado por Argentina en el año 1994 (Ley N.º24.375), el mismo es un tratado internacional que tiene como objetivos principales la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible² de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos.

El CDB abarca la biodiversidad en sus tres dimensiones o componentes, el ecosistémico, el específico y el genético, por lo que su conservación involucra a toda la humanidad. En el año 2010, durante la décima reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, las 193 partes integrantes adoptaron el Plan

² Se entiende la utilización de componentes de la diversidad biológica de un modo y a un ritmo que no ocasione la disminución a largo plazo de la diversidad biológica, con lo cual se mantienen las posibilidades de ésta de satisfacer las necesidades y las aspiraciones de las generaciones actuales y futuras (CDB, 1992).

Estratégico para la Diversidad Biológica para el decenio 2011- 2020, este comprende un marco de acción para que todos los países miembros protejan la biodiversidad y los beneficios que proporciona a los seres humanos. Como parte de este plan, se adoptaron 20 medidas, conocidas como Metas de Aichi para la Diversidad Biológica. Estas, van más allá de la simple protección de la diversidad biológica, ya que tratan aspectos del desarrollo sostenible, desde la reducción de las presiones directas sobre la biodiversidad y la integración de la naturaleza en los distintos sectores, hasta la promoción del uso sostenible y la participación de todos en los beneficios derivados de la utilización de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Las Metas de Aichi presentan cinco objetivos estratégicos, entre los cuales, el “B” propone reducir las presiones directas sobre la diversidad biológica y promover la utilización sostenible; dentro de este objetivo, la meta número 9 se refiere puntualmente a las invasiones biológicas:

“Meta 9: Para 2020, se habrán identificado y priorizado las especies exóticas invasoras y vías de introducción, se habrán controlado o erradicado las especies prioritarias, y se habrán establecido medidas para gestionar las vías de introducción a fin de evitar su introducción y establecimiento” (CDB, 2016, p.3).

Dentro del marco del CDB, cada uno de los países miembros debe desarrollar una estrategia y un plan de acción nacional en materia de diversidad biológica (ENBPA), con la finalidad de garantizar el abordaje de los objetivos del Convenio. De este modo, la estrategia nacional en materia de biodiversidad muestra la visión que cada país tiene en relación con estos temas, así como las medidas políticas e institucionales generales que se llevarán a cabo para alcanzar los objetivos previstos; por su parte, el plan de acción comprende las operaciones concretas que se realizarán para alcanzar las metas de la estrategia. Es importante que la estrategia incluya metas nacionales ambiciosas y a la vez realistas y mensurables, desarrolladas en el marco de las Metas de Aichi para la Diversidad Biológica.

La Estrategia Nacional sobre la Biodiversidad y Plan de Acción 2016-2020 (ENBPA) es una política ambiental, llevada a cabo por el estado argentino, dentro del marco referencial del Plan Estratégico de Biodiversidad 2011-2020 y las Metas de Aichi. Para orientar las acciones, la ENBPA (2017) está organizada en diferentes ejes, objetivos y metas prioritarias, constituyendo una guía para la adopción de medidas que promuevan mayor conocimiento y valoración de la biodiversidad, identifiquen sus amenazas, promuevan su restauración y garanticen su conservación, uso sustentable y la distribución de sus beneficios en forma equitativa.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, la ENBPA se organizó en nueve ejes que abarcan todos los aspectos correspondientes con la conservación de la

biodiversidad. Dentro del primer eje se propone la gestión de la conservación de la biodiversidad, esta se basa en el ordenamiento ambiental del territorio con una mirada a escala de paisaje y ecorregión, que permita describir y planificar la conservación de la biodiversidad. Este primer eje de la ENBPA contiene distintas categorías o sub ejes, uno de ellos se refiere a la prevención, control y fiscalización de especies exóticas. En esta misma línea, en el tercero de los ejes, se aborda el tema relacionado con la conciencia, divulgación y educación sobre la biodiversidad, desde una mirada que incluye la integración de los aspectos ecológicos, económicos, políticos y sociales. En este documento, se considera necesario promover en la sociedad una conciencia crítica, además de comprometida con las problemáticas y oportunidades vinculadas a la conservación y uso sustentable de la biodiversidad. De este modo, se propone, a través de la educación, fomentar la comprensión integral y crítica del ambiente como sistema complejo. Este enfoque, debido a su carácter transversal, permite, a través de las prácticas educativas, conocer, comprender e identificar los componentes de un sistema ambiental y poner en relieve las interrelaciones de la sociedad, la tecnología y la naturaleza. Esto implica que no sólo se aborden contenidos disciplinares sino también que, se establezcan relaciones de tipo socioculturales y productivas que repercuten sobre la biodiversidad. El tercer eje de la ENBPA (conciencia, divulgación y educación sobre la biodiversidad) se ha estructurado en diferentes sub ejes, que se refieren al sistema educativo nacional; la participación ciudadana; la gestión pública, privada y de comunicación y difusión de la ENBPA y concienciación sobre temas clave. En relación al sistema educativo nacional, se prioriza:

“Integrar la esfera nacional y las jurisdiccionales en lo referido a Educación Ambiental y formación para la biodiversidad, promoviendo acciones de diagnóstico y sistematización de contenidos curriculares y materiales de desarrollo curricular específicos y afines a la biodiversidad en los núcleos de aprendizajes prioritarios (NAP) de todas las disciplinas y áreas, y en los diseños y desarrollos curriculares de las provincias (p.26).

Promover nuevas propuestas didácticas sobre biodiversidad que faciliten el abordaje sistémico, interdisciplinario, integrado y complejo de la temática en las escuelas en todos los niveles e Institutos de Formación Docente (p.26).

Promover la incorporación de contenidos relacionados a la biodiversidad en las planificaciones áulicas, proyectos educativos y proyectos institucionales que integren prácticas educativas de vida en la naturaleza y al aire libre con la perspectiva de educación ambiental adoptada en la Estrategia, haciendo énfasis en los ecosistemas autóctonos y en las problemáticas y oportunidades locales (p.26).

Fortalecer los espacios de articulación entre el sistema educativo nacional y los organismos de gestión en biodiversidad” (p.26).

En lo concerniente al ámbito de la participación ciudadana, los objetivos son:

Sensibilizar, formar y concientizar a la comunidad sobre la valoración de la biodiversidad y los beneficios que brinda a los seres humanos mediante materiales de difusión que aborden, entre otros temas, la conservación, regeneración y uso sustentable de la biodiversidad, las principales amenazas en relación a las actividades antrópicas y los conocimientos tradicionales asociados de los pueblos originarios (p.26).

Crear una base de datos con experiencias educativas ambientales sobre biodiversidad que lleven a cabo tanto organismos no gubernamentales como otros actores de la sociedad civil (p.27).

Incorporar en las campañas de difusión sobre biodiversidad referentes de las comunidades originarias y locales para transmitir los conocimientos tradicionales asociados a la biodiversidad (p.27).

Por su parte, en lo relativo al ámbito privado, se prevé:

“Fomentar la incorporación de contenidos elementales de divulgación y concientización sobre la biodiversidad en consonancia con los objetivos de la ENBPA, en instituciones y empresas privadas, con énfasis en las vinculadas con la formación profesional y la educación” (p.27).

“Impulsar programas o convenios de cooperación entre empresas turísticas y editoriales de textos escolares, infantiles, juveniles y didácticas” (p.27).

“Crear guías de recomendación para las editoriales sobre el tratamiento de contenidos de biodiversidad. Entre ellos, recomendaciones para priorizar la inclusión de especies nativas y ecorregiones argentinas en los textos escolares, el desaliento del mascotismo con especies silvestres y las problemáticas asociadas a las especies exóticas” (p.27).

“Generar capacitaciones y talleres de divulgación a empresas y otros actores privados relacionados con el Patrimonio Genético a fin de incrementar la conciencia respecto de los mismos y dar a conocer la normativa nacional e internacional dictada a tal efecto” (p.28).

Adicionalmente a la ENBPA, para hacer frente a la problemática de que las especies exóticas sean una de las principales causas de pérdida de biodiversidad, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS) de la Nación Argentina ha puesto en marcha el proyecto denominado Fortalecimiento de la gobernanza para la protección de la biodiversidad mediante la formulación e implementación de la Estrategia Nacional sobre Especies Exóticas Invasoras (ENEEI). Este proyecto contempla los marcos normativos necesarios para contar con una política de Estado que permita la prevención, detección precoz, control, erradicación y monitoreo de las especies exóticas invasoras (EEI); esta estrategia constituye una herramienta clave para el manejo y gestión de estas especies. Este proyecto está alineado con la adhesión de Argentina al Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) y contribuye al cumplimiento del objetivo estratégico B de las Metas de Aichi. Asimismo, el proyecto genera acciones tendientes a cumplir los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo sostenible (UN, 2015); este documento, aprobado en la Cumbre Mundial

sobre el Desarrollo Sostenible realizada en Nueva York en septiembre de 2015, posee 17 Objetivos y 169 Metas que deberán ser cumplidos para el año 2030. Estos objetivos integran la dimensión económica, ambiental y social del desarrollo sostenible. Particularmente el objetivo N°15 (Promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica), en su meta 15.8 expresa, en relación con las especies exóticas invasoras, “De aquí al 2020, adoptar medidas para prevenir la introducción de especies exóticas invasoras y reducir significativamente sus efectos en los ecosistemas terrestres y acuáticos y controlar o erradicar las especies prioritarias” (p.29).

El proyecto ENEEI cuenta con la Estrategia de Comunicación y Concientización Pública (ECCP, 2017) como pilar fundamental para avanzar en el manejo de las especies exóticas invasoras (EEI), para contribuir a una mejor protección de la biodiversidad ante la amenaza de las EEI. En el documento de la ECCP (2017), se indica que debería incorporarse en la currícula de la educación formal la temática concerniente a las invasiones biológicas, con el objetivo de que los estudiantes puedan conocer y comprender sobre esta problemática ambiental. Contribuir, desde el ámbito formal, a aumentar el conocimiento ayudará a que los estudiantes se interesen y valoren la diversidad biológica y, además, a que comprendan y juzguen las medidas de manejo que se toman en relación a las EEI. Del mismo modo, es importante abordar esta problemática desde la educación informal, como es el caso de las comunicaciones en museos de ciencias, actividades educativas realizadas por organizaciones no gubernamentales (ONG), ecoparques, áreas protegidas y también en productos editoriales como colecciones de libros de divulgación que tratan temas sobre ciencia y medio ambiente, entre otros.

Es importante enfatizar, en los mensajes que se comunican, el valor de la prevención y el hecho de que actitudes y acciones consideradas ambientalmente neutras o hasta positivas (como liberar un animal de su cautiverio o cultivar una planta exótica en el jardín) pueden resultar en impactos significativos. En el caso de la liberación de animales, también es fundamental transmitir que en general se trata de un acto que resulta cruel para con el animal liberado, además de la cuestión particular del riesgo de transmisión de enfermedades a la fauna silvestre contraídas durante el cautiverio, aun cuando el animal muera poco tiempo después de ser liberado.

2.12 El rol de la educación para evitar la introducción de especies exóticas

Las respuestas de los seres humanos al deterioro y pérdida de la biodiversidad dependen, en gran medida, de la percepción y conciencia del peligro al que están expuestas las especies y los ecosistemas existentes. Teniendo en cuenta que ningún gobierno tiene la capacidad o la estructura para supervisar cada acción individual de los ciudadanos, una de las formas en que será posible conservar especies, ambientes y recursos genéticos, para las generaciones futuras, es ejerciendo el papel que cada uno posee. Por ejemplo, la responsabilidad de elegir mascotas o plantas de ornato depende de cada individuo, para lo cual es necesario estar informado acerca de estas acciones. Sin lugar a dudas, la difusión del problema asociado a las especies exóticas invasoras es deficiente y requiere mejoras a todos los niveles, comenzando por la formación de los docentes.

A partir de esta perspectiva y con el objeto de lograr un cambio en las actitudes y comportamientos de los ciudadanos, la educación resulta clave para alcanzar una percepción clara sobre la responsabilidad docente en las problemáticas ambientales; para esto es necesario que, desde la educación formal, no solo se aborden contenidos teóricos sobre la biodiversidad, sino que también se implementen acciones tendientes al desarrollo de actitudes y competencias en los estudiantes, que les permitan actuar frente a los conflictos ambientales como ciudadanos responsables (García Gómez y Martínez Bernat, 2010).

La implementación de un plan de gestión integrado y sostenible de las invasiones biológicas requiere, por un lado, la implementación de líneas de acción que incluyan a la sociedad en general, a través de la educación formal e informal, haciendo estrategias publicitarias, documentales, etc. Y por otro, involucrar a los funcionarios de gestión ambiental, en este sentido, es imprescindible que estos fomenten de manera oportuna, el desarrollo de normas y programas de gestión para hacer frente a las bioinvasiones, de modo tal que, se conviertan en acciones que sean sostenibles a lo largo del tiempo y que trasciendan distintas gestiones de gobiernos (Darrigran y Damborenea, 2015). Estos autores, indican además que, un programa educativo dirigido a la sociedad en general debería incluir los siguientes componentes:

- a) “Información a la sociedad oportuna y exhaustiva, haciéndola participe y consciente de los impactos ecológicos, económicos y sociales que generan las especies invasoras, incluyendo detalles sobre el estado y vulnerabilidad de los diferentes sectores en peligro.
- b) Generación de la cooperación interinstitucional para la formación de grupos de trabajos, participación oportuna de los medios de comunicación y de las diferentes organizaciones civiles.

- c) Implementación de programas de educación ambiental orientados a generar conciencia que ayudará a prevenir nuevas introducciones y facilitará la detección temprana de especies no nativas” (Darrigran y Damborenea, 2015, p.366).

Existen diversos organismos y disposiciones internacionales que señalan a la Educación Ambiental como instrumento necesario para la lucha contra las especies exóticas invasoras (*e.g.*, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Convenio sobre la Diversidad Biológica y Programa Mundial sobre Especies Invasoras); estas organizaciones reconocen el valor de la educación como una herramienta de prevención imprescindible para dar a conocer a determinados sectores, o bien al público general, las causas, problemas y soluciones posibles para minimizar los riesgos derivados de las invasiones biológicas (Capdevila Argüelles *et al.*, 2006). En cuanto al Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB, 1992), en su artículo 13 (Educación y Sensibilización Pública), se insta a las partes contratantes a que:

- a) “Promoverán y fomentarán la comprensión de la importancia de la conservación de la diversidad biológica y de las medidas necesarias a esos efectos, así como su propagación a través de los medios de información, y la inclusión de esos temas en los programas de educación; y
- b) Cooperarán, según proceda, con otros Estados y organizaciones internacionales en la elaboración de programas de educación y sensibilización del público en lo que respecta a la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica” (CDB, 1992, p.9).

En este escenario, resulta necesario que, desde la escuela, se aliente el estudio del patrimonio natural y su biodiversidad, con enfoque en el conocimiento regional, es decir, el reconocimiento y la comprensión de la diversidad nativa. Este incentivo debe tener como objetivo principal promover experiencias positivas en los estudiantes, que pueden contribuir al establecimiento de un compromiso para la conservación del medio ambiente regional y de su biodiversidad. Para lograr ese propósito, es necesario elaborar estrategias y desarrollar acciones que contribuyan al estímulo del aprendizaje científico sobre las especies que componen el medio ambiente, con especial atención a la inserción del ser humano (Proença, 2016). De este modo, es importante el esfuerzo del docente por acercar y familiarizar a los alumnos con la biodiversidad local, así como por destacar la importancia que esta posee en la estructura y dinámica de los sistemas naturales, lo que se traduce en una mayor apreciación e interés por su protección (Campos *et al.*, 2012). En este sentido, si en las clases el profesor contextualiza los temas que trabaja con sus alumnos, no sólo promueve que el aprendizaje pueda ser realmente significativo, sino que además estimula la valoración positiva de los ecosistemas presentes en su entorno o región. De esta manera, se puede ejemplificar el

contenido utilizando plantas y/o animales nativos, resaltando la importancia que estos poseen en el ecosistema (Brito Sales y Friederichs Landim, 2009).

2.13 Marco Legislativo de la Educación Ambiental en la Argentina

En la Argentina, la consideración ambiental se ha posicionado en un lugar muy destacado, ya que ha sido establecida como un derecho constitucional de todos los ciudadanos, así da cuenta lo expresado en el Artículo 41 de la Constitución Nacional de la República Argentina (1994).

“Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras, y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley”.

La incorporación de los aspectos ambientales en la Constitución pone de manifiesto la disposición política de los poderes públicos y conceptualiza la posibilidad de un adecuado desarrollo socioeconómico y cultural (Luzzi, 2000).

En la Ley General del Ambiente (N° 25.675) (LGA, 2002) se fijaron los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica, y la implementación del desarrollo sustentable. En su articulado se establece que será necesario cumplir con los propósitos para garantizar la preservación, conservación, recuperación y mejoramiento de la calidad de los recursos ambientales, tanto naturales como culturales, de acuerdo a las diferentes actividades desarrolladas por el ser humano, y prevenir los efectos nocivos o peligrosos que las mismas generan sobre el ambiente para posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo (Giuffré, Formento, y Ratto, 2007). También se resalta la importancia de estimular la participación social en los procesos de toma de decisión, y de promover cambios en los valores y conductas sociales que posibiliten el desarrollo sustentable, a través de una Educación Ambiental, tanto en el sistema formal como en el no formal. La interpretación y aplicación de la presente ley, y de toda otra norma a través de la cual se ejecute la política ambiental, estarán sujetas al cumplimiento de los principios de congruencia, prevención, precautorio, equidad intergeneracional, progresividad, responsabilidad, subsidiariedad, sustentabilidad, solidaridad y cooperación. En el artículo 8 de la Ley General del Ambiente se destaca a la Educación Ambiental como una de las columnas dentro de los instrumentos de la política y la gestión ambiental, que debe propender al ordenamiento ambiental del

territorio, a un sistema de control sobre el desarrollo de las actividades antrópicas y al régimen económico de promoción del desarrollo sustentable. En su artículo 14, se indica que la Educación Ambiental constituye el instrumento básico para generar en los ciudadanos valores, comportamientos y actitudes que sean acordes con un ambiente equilibrado, propendan a la preservación de los recursos naturales y su utilización sostenible, y mejoren la calidad de vida de la población. Por su parte, el artículo 15 expresa que la Educación Ambiental constituirá un proceso continuo y permanente, sometido a constante actualización que, como resultado de la orientación y articulación de las diversas disciplinas y experiencias educativas, deberá facilitar la percepción integral del ambiente y el desarrollo de una conciencia ambiental.

También se han incorporado las cuestiones ambientales en la Constitución de la provincia de Buenos Aires (1994), la que en su artículo 28 expresa textualmente:

“Los habitantes de la Provincia tienen el derecho a gozar de un ambiente sano y el deber de conservarlo y protegerlo en su provecho y en el de las generaciones futuras. La Provincia ejerce el dominio eminente sobre el ambiente y los recursos naturales de su territorio incluyendo el subsuelo y el espacio aéreo correspondiente, el mar territorial y su lecho, la plataforma continental y los recursos naturales de la zona económica exclusiva, con el fin de asegurar una gestión ambientalmente adecuada. En materia ecológica deberá preservar, recuperar y conservar los recursos naturales, renovables y no renovables del territorio de la Provincia; planificar el aprovechamiento racional de los mismos; controlar el impacto ambiental de todas las actividades que perjudiquen al ecosistema; promover acciones que eviten la contaminación del aire, agua y suelo; prohibir el ingreso en el territorio de residuos tóxicos o radiactivos; y garantizar el derecho a solicitar y recibir la adecuada información y a participar en la defensa del ambiente, de los recursos naturales y culturales. Asimismo, asegurará políticas de conservación y recuperación de la calidad del agua, aire y suelo compatible con la exigencia de mantener su integridad física y su capacidad productiva, y el resguardo de áreas de importancia ecológica, de la flora y la fauna. Toda persona física o jurídica cuya acción u omisión pueda degradar el ambiente está obligada a tomar todas las precauciones para evitarlo” (p.6).

Por su parte, la Ley de Educación Nacional (26.206) (LEN, 2006) expresa en su artículo 30 que, se debe:

“brindar una formación ética que permita a los/as estudiantes desempeñarse como sujetos conscientes de sus derechos y obligaciones, que practican el pluralismo, la cooperación y la solidaridad, que respetan los derechos humanos, rechazan todo tipo de discriminación, se preparan para el ejercicio de la ciudadanía democrática y preservan el patrimonio natural y cultural”, y también “formar sujetos responsables, que sean capaces de utilizar el conocimiento como herramienta para comprender y transformar constructivamente su entorno social, económico, ambiental y cultural, y de situarse como participantes activos/as en un mundo en permanente cambio” (p 6).

La Ley de Educación de la provincia de Buenos Aires (13.688), promulgada en el año 2007 (LEPBA, 2007), señala que la educación debe brindar las oportunidades para el desarrollo y fortalecimiento de la formación integral de las personas a lo largo de toda la

vida, y la promoción de la capacidad de cada alumno de definir su proyecto de vida, basado en los valores de libertad, paz, solidaridad, igualdad, respeto a la diversidad natural y cultural, justicia, responsabilidad y bien común (Artículo 4).

En esta Ley provincial, también se dispone, como fines y objetivos de la política educativa provincial, establecer una formación que esté comprometida con los valores éticos y democráticos de participación, libertad, solidaridad, y valoración y preservación del patrimonio natural y cultural, que habilite a todas las personas para el desempeño social y laboral, y la continuidad de estudios entre todos los niveles y modalidades (Artículo 16 inc. d). En el artículo 21, y en concordancia con la Ley de Educación Nacional, la ley provincial define sus modalidades, entre las que se encuentra la Educación Ambiental.

Asimismo, la Ley de Educación de la provincia de Buenos Aires (LEPB, 2007), en el capítulo III, referido a la Educación Inicial, considera la necesidad de “garantizar la temprana concientización acerca de los procesos de degradación socio-ambiental en el marco de una educación que se base en la autodeterminación y el compromiso con la defensa de la calidad de vida y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas” (Artículo 26 inc. h). Por su parte, en el artículo 45 se hace especial referencia a la EA señalando, que:

“La Educación Ambiental es la modalidad de todos los Niveles educativos responsable de aportar propuestas curriculares específicas que articulen con la Educación común y que la complementen, enriqueciéndola, resaltando y destacando aquellos derechos, contenidos y prácticas acerca y en el ambiente, entendido como la resultante de interacciones entre sistemas ecológicos, socioeconómicos y culturales, es decir el conjunto de procesos e interrelaciones de la relación entre la sociedad y la naturaleza, los conflictos y problemas socioambientales, sólo resolubles mediante enfoques complejos y métodos de análisis multidisciplinarios, privilegiando el carácter transversal que el conocimiento debe construir” (p.19).

Recientemente, durante el mes de mayo del 2021, el Congreso de la Nación Argentina promulgó la Ley de Educación Ambiental Integral (Ley 27621), que en su artículo 1º expresa:

“Esta ley tiene por objeto establecer el derecho a la educación ambiental integral como una política pública nacional conforme a lo dispuesto en el artículo 41 de la Constitución Nacional y de acuerdo con lo establecido en el artículo 8º de la Ley General del Ambiente, 25.675; el artículo 89 de la Ley de Educación Nacional, 26.206; y otras leyes vinculadas tales como Ley Régimen de Gestión Ambiental del Agua, 25.688; Ley de Gestión de Residuos Domiciliarios, 25.916; Ley de Bosques Nativos, 26.331; Ley de Glaciares, 26.639; Ley de Manejo del Fuego, 26.815; y los tratados y acuerdos internacionales en la materia”.

Como se desprende de lo expresado, el marco normativo de la ley se configura en principios estipulados en la Constitución Nacional y en las leyes de Educación Nacional y General del Ambiente, desde donde se considera a la Educación Ambiental como un proceso

fundamental para el ejercicio pleno de la ciudadanía. Además, está vinculada con otras normativas de relevancia, tanto nacionales como internacionales y viene a cubrir una necesidad ineludible, que es la de formar parte del currículo del Sistema Educativo, para que puedan conocerse, desde la escuela, los principios fundamentales de modelos de relación que el ser humano tiene con el ambiente. La ley contempla tres ámbitos de la educación, por un lado, el formal (el sistema educativo tradicional de escuelas y universidades), el no formal (organizaciones de la sociedad civil) y el informal (e.g., medios de comunicación).

En síntesis, tanto en la Constitución Nacional como en la de la provincia de Buenos Aires, así como en las Leyes que rigen los destinos de la educación a nivel nacional y de la provincia de Buenos Aires, está instalada la temática ambiental, por lo que resulta imprescindible su abordaje desde los distintos aspectos que forman parte de ella.

2.14 Diseños curriculares de la Escuela Secundaria de Argentina

En la Argentina, desde el año 1993 hasta el 2006 el sistema educativo estuvo regido por los lineamientos de la Ley Federal de Educación (Ley N° 24.195/93) (LFE, 1993), en esta se contemplaba la Educación General Básica (EGB), obligatoria, de 9 años de duración a partir de los 6 años de edad. Los últimos tres años de la EGB constituían el tercer ciclo y comprendían a 7°, 8° y 9° de la EGB. Una vez cumplida con esta etapa, se continuaba con la Educación Polimodal, de tres años de duración (Tabla 1.1).

Tabla 1.1. Estructura del sistema educativo argentino para EGB y Polimodal según la Ley Federal de Educación (Ley N° 24.195/93).

Nivel	Ciclo: cursos
Educación General Básica (EGB) (de 6 a 15 años)	Primer ciclo: 1°, 2° y 3°
	Segundo ciclo: 4°, 5° y 6°
	Tercer ciclo: 7°, 8° y 9°
Polimodal (de 16 a 18 años)	1°
	2°
	3°

A partir del año 2004, el Ministerio de Educación Nacional y las veinticuatro jurisdicciones comenzaron un camino de construcción federal de acuerdos curriculares para la Educación Inicial, Educación Primaria y Educación Secundaria. En un contexto de marcada desigualdad educativa, con un sistema educativo nacional fragmentado y

heterogéneo, se asumió el compromiso de “desarrollar una política orientada a dar unidad al sistema” mediante la identificación de Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP, 2011). En diferentes sesiones del Consejo Federal de Educación, entre los años 2004 y 2011, se aprobaron los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP). Este proceso estuvo atravesado por la sanción de la Ley de Educación Nacional (26.206) (LEN, 2006), que ha modificado la estructura del sistema educativo nacional argentino. Esta reforma tuvo el propósito de certificar condiciones de igualdad educativa, aspirando a que todos los habitantes del territorio argentino alcancen competencias, capacidades y saberes similares, y que conserven la independencia de su ubicación geográfica, atendiendo las particularidades de cada jurisdicción. En este sentido los NAP constituyen saberes seleccionados que organizan y orientan la construcción de conocimientos sobre la base de las realidades cotidianas de la escuela (Mazzola y Eiros Scopp, 2019); de este modo, cada provincia diseña los lineamientos curriculares según sus realidades sociales, culturales y productivas, como se indica en la Ley de Educación Nacional (LEN, 2006).

En el documento correspondiente a los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios se define a los NAP como:

“Un núcleo de aprendizajes prioritarios en la escuela refiere a un conjunto de saberes centrales, relevantes y significativos, que, incorporados como objetos de enseñanza, contribuyan a desarrollar, construir y ampliar las posibilidades cognitivas, expresivas y sociales que los niños ponen en juego y recrean cotidianamente en su encuentro con la cultura, enriqueciendo de ese modo la experiencia personal y social en sentido amplio. Este núcleo de aprendizajes prioritarios será un organizador de la enseñanza orientada a promover múltiples y ricos procesos de construcción de conocimientos, potenciando las posibilidades de la infancia, pero atendiendo a la vez ritmos y estilos de aprendizaje singulares a través de la creación de múltiples ambientes y condiciones para que ello ocurra” (NAP 2011b, p.8).

Después de la sanción de la Ley de Educación Nacional (Ley 26.206/06) (LEN, 2006), en la cual, en su artículo 29, se estableció que la Educación Secundaria (ES) es obligatoria en Argentina y que constituye una unidad pedagógica y organizativa destinada a quienes hayan cumplido con la Educación Primaria (EP). A partir de esta normativa, y según se expresa en el artículo 31, la Educación Secundaria se divide en dos ciclos: un ciclo básico o Educación Secundaria Básica (ESB), de tres años y de carácter común a todas las orientaciones, que comprende desde los 12 a los 15 años; y un ciclo superior orientado o Educación Secundaria Superior (ESS), de carácter diversificado según distintas áreas del conocimiento, entre las que se encuentran las Ciencias Naturales, que comprende desde los 16 a los 18 años. Este es el marco general para la Educación Secundaria adoptado por la

provincia de Buenos Aires. Esta particularidad se encuentra directamente relacionada con el artículo 134 de la Ley de Educación Nacional (Ley 26.206/06) que establece que:

“cada jurisdicción podrá decidir sólo entre dos opciones [...]: a) una estructura de seis (6) años para el nivel de Educación Primaria y de seis (6) años para el nivel de Educación Secundaria o, b) una estructura de siete (7) años para el nivel de Educación Primaria y de cinco (5) años para el nivel de Educación Secundaria” (LEN, 2006, p.23).

A partir del año 2011, y teniendo en cuenta que cada jurisdicción podía elegir la estructura de la Educación Primaria (EP) y Secundaria (ES), tal como se contempla en la LEN (2006), los NAP fueron reorganizados. De este modo, en lo concerniente al área de Ciencias Naturales para el primer año de la ES (con EP de seis años) los contenidos vinculados con la biodiversidad se encuentran dentro del núcleo temático denominado los “Seres Vivos: Diversidad, Unidad, Interrelaciones y Cambios”, en el cual se propone la “interpretación de las relaciones tróficas, su representación en redes y cadenas alimentarias y el reconocimiento del papel de productores, consumidores y descomponedores”(p.46) y “la explicación de algunas modificaciones en la dinámica de los ecosistemas provocadas por la desaparición y/o introducción de especies en las tramas tróficas” (NAP, 2011a, p.47).

También se contemplan temáticas relacionadas con la biodiversidad y su preservación en los contenidos propuestos para el segundo de ES (con EP de seis años). Los núcleos de aprendizaje prioritarios relacionados con esta temática son “La explicación de la importancia de la preservación de la biodiversidad desde los puntos de vista ecológico y evolutivo” (NAP, 2011b, p.14).

En los contenidos destinados al tercer año de la ES (con EP de seis años), el núcleo temático “Seres Vivos: Diversidad, Unidad, Interrelaciones y Cambios” incluye aspectos inherentes a la reproducción de los seres vivos, los mecanismos hereditarios, la evolución de los seres vivos entre otros (NAP, 2011b, p. 17).

Los núcleos de aprendizajes prioritarios para el ciclo orientado (4º, 5º y 6º) de la Educación Secundaria de Ciencias Naturales forman parte de los saberes de la formación general que los alumnos deben aprender. Esto significa que, en conjunto con los núcleos de las otras áreas curriculares que aportan a esta formación, es necesario garantizar su enseñanza en todas las orientaciones y modalidades del nivel secundario.

La enseñanza de cada una de las disciplinas del área de Ciencias Naturales (*e.g.*, Biología, Física y Química) en el ciclo orientado (CO) puede desarrollarse en uno, dos o tres años, según las definiciones curriculares de cada Jurisdicción. En lo que respecta a Biología, los saberes acordados federalmente se presentan en un texto único, que contempla la

posibilidad de que cada Jurisdicción los organice en función de dichas definiciones. Se organizan en dos ejes, uno de los cuales está relacionado con el flujo de la información genética y el otro con los procesos evolutivos; en esta última línea, un núcleo prioritario es “El reconocimiento de la biodiversidad actual y pasada como resultado de cambios en los seres vivos a través del tiempo, enfatizando en los procesos macroevolutivos (extinciones masivas o radiaciones adaptativas) y la interpretación de la influencia de la actividad humana en su pérdida o preservación” (NAP, 2012, p.16) (Tabla 1.2.).

Tabla 1.2. Contenidos relacionados con la Biodiversidad presentes en los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP) para el Ciclo Básico y Orientado de la Educación Secundaria de Argentina.

Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de Ciencias Naturales para el Ciclo Básico de la Educación Secundaria.	Curso 1°	Eje: “Los Seres vivos: diversidad, unidad, interrelaciones y cambios”	Interpretación de las relaciones tróficas, su representación en redes y cadenas alimentarias y el reconocimiento del papel de productores, consumidores y descomponedores. La explicación de algunas modificaciones en la dinámica de los ecosistemas provocadas por la desaparición y/o introducción de especies en las tramas tróficas.
	Curso 2°		La explicación de la importancia de la preservación de la biodiversidad desde los puntos de vista ecológico y evolutivo.
	Curso 3°		La caracterización de la función de reproducción en los seres vivos y el reconocimiento de las ventajas y desventajas evolutivas en los procesos de reproducción sexual y asexual.
Núcleos de Aprendizajes Prioritarios para el Ciclo Orientado de la Educación Secundaria.	Cursos 4°, 5° y 6°	Biología. Eje: “En relación con los procesos evolutivos”	El reconocimiento de la biodiversidad actual y pasada como resultado de cambios en los seres vivos a través del tiempo, enfatizando en los procesos macroevolutivos (extinciones masivas o radiaciones adaptativas) y la interpretación de la influencia de la actividad humana en su pérdida o preservación.

2.14.1 Diseños curriculares de la Escuela Secundaria de la provincia de Buenos Aires y su relación con la biodiversidad

En la provincia de Buenos Aires, la Escuela Secundaria se organizó en seis años, tres de Educación Secundaria Básica (ESB) y tres años de Educación Secundaria Superior (ESS). La implementación de los diseños curriculares en la provincia de Buenos Aires se llevó a cabo a partir del año 2007, desde este momento, todas las Escuelas con Educación Secundaria Básica contaban con el diseño curricular para el 1^{er} año; durante el año 2008 se

implementó el diseño curricular para el 2° año y, en 2009, el correspondiente al 3^{er} año. De esta forma, se organizó el Ciclo Básico (ESB) completo, con materias correspondientes a la formación común. Por su parte, el Ciclo Superior Orientado (ESS), se organizó en dos partes: la de formación común y la correspondiente a la formación específica. La primera incluye los saberes que los estudiantes aprenderán en su tránsito por el nivel, independientemente de cuál sea la modalidad u orientación, y que son considerados como los más significativos e indispensables. La segunda parte incorpora materias específicas de distintos campos del saber, según la orientación (DGCyE, 2010).

En cuanto a la organización del diseño curricular de la provincia de Buenos Aires (Tabla 1.3.), para el primer año de la Educación Secundaria Básica (ESB), uno de los Espacios Curriculares corresponde a Ciencias Naturales; los contenidos conceptuales se presentan estructurados en cuatro ejes temáticos con sus respectivos núcleos de contenidos (DGCyE, 2006). Los temas relacionados con la biodiversidad se encuentran en el eje denominado “La interacción y la diversidad en los sistemas biológicos”, el cual contiene el núcleo de contenidos “La Vida: Unidad y Diversidad”; en este se indica que:

“...a través del análisis de textos periodísticos y de divulgación se pretende la reestructuración de las ideas previas que los alumnos han construido con relación a la “Biodiversidad, su importancia y las causas y consecuencias de su alteración por parte de las actividades humanas” (p.38).

Dentro de este eje, se encuentran también contenidos del núcleo “Los seres vivos como sistemas abiertos que intercambian materia y energía” en particular los que tratan las relaciones tróficas entre los seres vivos.

“La representación de las relaciones entre los seres vivos en redes tróficas relacionando los distintos modelos de nutrición. Los factores que inciden en la alteración de la dinámica de los ecosistemas” (DGCyE, 2006, p.41).

En este punto, según las orientaciones didácticas allí expuestas, se recomienda que los estudiantes debatan y discutan acerca de los efectos producidos en los ecosistemas por la desaparición y/o introducción de especies en las tramas tróficas.

“Este núcleo de contenidos procura establecer un marco particular para la integración de los contenidos relacionados con contenidos disciplinares de Biología, Física y Química. Por ello es que resulta conveniente plantearlo desde el contexto ambiental en el que se desenvuelven los alumnos/as poniendo en práctica una salida a campo de modo de identificar los grupos de seres vivos que interactúan en un ambiente particular. Desde este marco, los alumnos/as pueden proponer las relaciones tróficas entre los organismos representándolas en redes alimentarias alternativas. Asimismo, la elaboración de hipótesis acerca de los efectos en la dinámica de los ecosistemas provocados por la desaparición y/o introducción de especies en las tramas tróficas permite la puesta en juego de actividades de debate o discusión. Como resultado del trabajo sobre estos contenidos los alumnos/as podrán: Representar en redes las

relaciones tróficas de diversos ecosistemas vinculado con los distintos modelos de nutrición. Adoptar posturas críticas frente a los factores que inciden en la alteración de la dinámica de los ecosistemas” (DGCyE, 2006, p.41).

En el segundo año de la ESB, en el espacio denominado Biología, el tema central radica en el modo de pensamiento evolutivo. Se retoma y profundiza el tema de la reproducción, focalizando en la continuidad de la vida y en los procesos de cambio (DGCyE, 2007); allí los contenidos están agrupados en cuatro unidades (p.43):

“Unidad 1. Evolución: origen y diversidad de las estructuras biológicas”.

“Unidad 2. La célula: origen, estructura y funciones”.

“Unidad 3. Reproducción”.

“Unidad 4. Mecanismos de la herencia”.

En relación con los contenidos de la Unidad 1, en el diseño curricular se indica que, a través de su abordaje, se presentan oportunidades para el tratamiento y discusión acerca del valor de la biodiversidad, de temáticas de importancia económica o de salud, y para analizar los efectos de la extinción de especies por impacto de las actividades humanas.

En lo que atañe al diseño curricular correspondiente al tercer año de la ESB no se contempla el tratamiento de la biodiversidad, en el se destaca el tratamiento de temas relacionados con aspectos fisiológicos, centrando su abordaje en la manera en que “los sistemas biológicos procesan y responden a la información que proviene del ambiente”, en “la regulación e integración de funciones en los organismos multicelulares”, e integrando los niveles organismo y celular para finalmente plantear una serie de contenidos vinculados a la expresión de la información genética (DGCyE, 2008).

El cuarto año marca el inicio de la etapa orientada de la Educación Secundaria Superior (ESS). En lo que concierne a la orientación en Ciencias Naturales, y en el espacio curricular Biología, correspondiente a la formación común (DGCyE, 2010), los contenidos se encuentran organizados en tres unidades temáticas:

“Unidad 1. La función de nutrición - La nutrición en humanos”.

“Unidad 2. El metabolismo celular: las células como sistemas abiertos”.

“Unidad 3. Energía y materia en los ecosistemas”.

En la Unidad 3 se desarrollan los tópicos relacionados con la dinámica de los ecosistemas y el tratamiento de la pérdida de la biodiversidad provocada por el manejo de los agroecosistemas.

“Los ecosistemas como sistemas abiertos. Concepto de homeostasis aplicado a los ecosistemas. Ciclos de la materia y flujos de energía en los ecosistemas. Eficiencia

energética de los ecosistemas. Producción primaria y biomasa. Concepto de productividad. La productividad en diferentes biomas. Dinámica de los ecosistemas. Cambios en los ecosistemas desde el punto de vista energético. Etapas serales y clímax en diferentes biomas. Agroecosistemas. Características de los parámetros que miden la eficiencia energética y consecuencias de su maximización para fines productivos. Impactos ambientales derivados. La ecología a debate: ecología científica y ecología política; continuidades y rupturas. Las posturas ecologistas y sus propuestas de modelos alternativos para la producción y el consumo” (DGCyE, 2010, p.14).

En el diseño curricular, se propone analizar los ecosistemas artificiales, principalmente los agroecosistemas. En lo concerniente a la biodiversidad, se propone abordar los aspectos relacionados con su degradación desde dos frentes:

“en primer lugar por la modificación del ecosistema natural establecido en la región original y su sustitución por la plantación (que supone entre otras acciones la tala, el enriquecimiento del suelo con abonos, el establecimiento de sistemas de riego artificial, de invernaderos, etc.); en segundo lugar por el esfuerzo destinado a evitar la competencia por el alimento o los recursos con otras especies (parásitos, animales herbívoros, “malas hierbas”, descomponedores, etc.) sobre la base de la implementación de tecnologías cada vez más sofisticadas, incluyendo la modificación genética de los organismos” (DGCyE, 2010, p.25).

En lo que respecta al quinto año de la ESS, Biología es un espacio curricular o asignatura específica de la orientación Ciencias Naturales; en ella se desarrollan temas referidos a la “Evolución Humana”, “El origen de las especies” y las “Bases genéticas del cambio evolutivo” (DGCyE, 2011a). Entre las recomendaciones para su enseñanza se pone el acento en diferentes prácticas científico tecnológicas humanas, que permitieron dominar gran parte del planeta, así como transformarlo profundamente, como la pérdida de biodiversidad y la modificación genética de los organismos, entre otras.

En sexto año de la ESS, el espacio curricular Ambiente, Desarrollo y Sociedad, específico de la orientación Ciencias Naturales, tiene por objetivo brindar un amplio panorama acerca del origen de las problemáticas ambientales en diferentes escalas espaciales, como así también las respuestas planteadas por el ser humano para la prevención, mitigación, remediación de esos impactos; también con familiarizar a los estudiantes con prácticas ciudadanas responsables que contribuyan a la construcción de un ambiente más saludable (DGCyE, 2011b). Las temáticas relacionadas con la pérdida de biodiversidad, sus consecuencias y posibles riesgos, así como las estrategias para la conservación están incluidas en los ejes denominados “Aire, Agua, Suelo y Biodiversidad” y “Respuestas”, en este último se tratan contenidos tales como “acciones de mitigación, recuperación y remediación sobre zonas contaminadas. Manejo sustentable de recursos naturales: acciones de organizaciones sociales y ONG; políticas públicas; legislación; tratados internacionales” (p.159). Se presentan ejemplos de estudios de caso relacionados con problemáticas vigentes

del territorio argentino, como para que el docente pueda abordar los ejes temáticos planteados.

Tabla 1.3. Espacios curriculares, unidades, ejes temáticos y núcleos de contenidos vinculados al tratamiento de la Biodiversidad en la Educación Secundaria Básica y Educación Secundaria Superior de la provincia de Buenos Aires.

Nivel	Curso y Espacio Curricular	Unidades y ejes temáticos	Núcleos de contenidos
ESB (de 12 a 15 años)	1º año. Ciencias Naturales	Unidad 1. La interacción y la diversidad en los sistemas biológicos	La vida Unidad y Diversidad
		Unidad 2. Los seres vivos como sistemas abiertos que intercambian materia y energía.	Las plantas como sistemas autótrofos. Los animales como sistemas heterótrofos por ingestión. Los hongos como sistemas heterótrofos por absorción. Los organismos microscópicos como sistemas autótrofos y heterótrofos. Las relaciones tróficas entre los seres vivos.
	2º año. Biología	Unidad 1. Evolución: origen y diversidad de las estructuras biológicas.	Teoría del ancestro común. Teoría de la Selección Natural.
		Unidad 2. La célula: origen, estructura y funciones.	Explicaciones sobre el origen de las primeras células. Estructura básica de la célula. Origen de la pluricelularidad.
ESS (de 16 a 18 años)	4º año. Biología	Unidad 2. Metabolismo celular: las células como sistemas abiertos.	Transformaciones de materia y energía en los sistemas vivos. Principales procesos de obtención y aprovechamiento de la energía química. Biotecnologías aplicadas.
		Unidad 3. Energía y materia en los ecosistemas.	Eficiencia energética de los ecosistemas. Los ecosistemas como sistemas abiertos. Dinámica de los ecosistemas. Agroecosistemas.
	5º año. Biología	Unidad 2. El origen de las especies.	Biología de las poblaciones.
		Unidad 3. Bases genéticas del cambio evolutivo.	Origen de la variabilidad genética.
	6º año. Ambiente, desarrollo y sociedad	Eje temático: Aire, Agua, Suelo y Biodiversidad.	Aire. Agua. Suelo y Biodiversidad.
		Eje temático: Respuestas.	Acciones de mitigación, recuperación y remediación sobre zonas contaminadas. Manejo sustentable de recursos naturales.

2.15 La biodiversidad en el contexto educativo

2.15.1 Conocimiento de los alumnos sobre la biodiversidad

En la bibliografía hay muchas investigaciones que analizan el conocimiento que tienen los alumnos sobre la biodiversidad, especialmente los que se ocupan de los animales. Este conocimiento es diferente dependiendo del género de los estudiantes, del nivel educativo, de la procedencia geográfica, etc.

Los alumnos de Educación Primaria en Francia, España y Portugal conocen mayor cantidad de especies exóticas que de especies autóctonas (Ballouard, Brischoux y Bonnet, 2011; Almeida, García Fernández y Stretch-Ribeiro, 2018). Esto podría ser, porque reconocen mejor las especies que han sido observadas en medios de comunicación (*e.g.*, TV) y también en zoológicos (Ballouard, Brischoux y Bonnet, 2011), puesto que los alumnos, en general, identifican bien las especies de la sabana africana que previamente han observado (Almeida, García Fernández y Stretch-Ribeiro, 2018, 2019). Aunque, según estos autores, los alumnos, de sexto de Educación Primaria de España y Portugal, también ubican varias especies de la sabana en la península ibérica, lo que podría indicar que la escuela no tiene un papel importante en el aprendizaje sobre las especies nativas, debido a que el tema está ausente en los programas de estudio de ambos países. Este mayor conocimiento de las especies exóticas podría estar relacionado con el hecho de que los alumnos priorizan la protección de animales exóticos emblemáticos, como el oso polar y el panda gigante (Ballouard, Brischoux y Bonnet, 2011).

Asimismo, los estudiantes de Educación Secundaria en la isla de Mallorca, España, conocen más a las especies exóticas que de la fauna local, incluso cuando esta es ampliamente común o de mayor preocupación para la conservación. También tienen marcadas diferencias de conocimiento entre los diferentes grupos de vertebrados, siendo los mamíferos los más conocidos (Genovart, Tavecchia, Enseñat y Laiolo, 2013). El bajo conocimiento de los alumnos sobre la fauna local en relación con otros vertebrados exóticos puede llevarlos a asociar la vida silvestre y su conservación con especies exóticas. Los autores sugieren incrementar los esfuerzos en Educación Ambiental y enfocar las actividades dirigidas a los estudiantes al entorno local, para de acrecentar su conocimiento de la fauna local e involucrar su interés en su propio mundo natural (Genovart, Tavecchia, Enseñat y Laiolo, 2013).

Estudios realizados en Argentina señalan que, los estudiantes conocen más a las especies exóticas que a las nativas y, además están familiarizados con las mascotas, las plantas ornamentales y los mamíferos carismáticos (Campos, Nates y Lindemann-Matthies, 2013), también consideran a los animales domésticos como especies nativas (Vilches, Acosta, Barra y Fernández, 2018). La influencia respecto a la procedencia de los alumnos se ve reflejada en que los estudiantes rurales mencionan más especies nativas que los urbanos, lo que indicaría que el contacto directo con el medio natural juega un rol importante en el conocimiento de la biodiversidad, específicamente de los animales (Vilches *et al.*, 2016). En cuanto a la influencia del sexo, los estudiantes varones, de escuela secundaria de Córdoba (Argentina), son capaces de mencionar mayor cantidad de especies que las mujeres. En relación la gestión de las instituciones, los estudiantes de las escuelas privadas mencionan mayor cantidad de especies nativas, icónicas de la provincia como el puma (*Puma concolor*) y el cóndor (*Vultur gryphus*), en tanto que los estudiantes de las escuelas públicas mencionaron más especies domésticas (Bermúdez, Battistón y García, 2015).

En Brasil, estudiantes de escuelas primarias tienen dificultades en la identificación de animales y plantas como nativas o exóticas: muestran una tendencia a considerar a los animales domésticos como especies nativas y a los árboles frutales exóticos como nativos (De Souza Proença, Dal-Farra y Oslaj, 2017). Asimismo, estudiantes de una escuela secundaria de Goiás (Brasil) identifican mejor a las especies exóticas que las nativas, entre las que se destacan los mamíferos, peces y aves, sin embargo, los estudiantes de educación superior reconocen mejor a las especies nativas, aunque la mayoría de ellos no consideran estar bien informados sobre el tema (Cordeiro de Melo 2019; Cordeiro de Melo *et al.*, 2021). El hecho de que los estudiantes no reconozcan el estatus de las especies exige la propuesta de prácticas educativas que permitan trabajar las relaciones ecológicas entre especies y factores abióticos. Por esta razón, la ejecución de actividades que contemplen aspectos conceptuales relacionados con especies nativas y exóticas puede contribuir a la enseñanza de la ciencia y la Educación Ambiental, aportando principalmente el conocimiento del entorno en el que se vive, así como el reconocimiento de los ecosistemas locales y su biodiversidad (De Souza Proença, Dal-Farra y Oslaj, 2017).

Las invasiones biológicas son ampliamente reconocidas como una amenaza significativa para la biodiversidad, un motor del cambio global y un problema económico. Sin embargo, los profesores en formación de Argentina no las identifican como una de las principales causas de pérdida de biodiversidad (Bermúdez y Lindemann-Matthies, 2020; Sosa *et al.*, 2021; Vilches, Legarralde, Ramírez y Darrigran, 2015). Esto podría ser una

consecuencia de la ausencia, en los planes de estudios escolares, de los temas relacionados con las invasiones biológicas (Cordeiro de Melo *et al.*, 2021, Remmele y Lindemann-Matthies, 2020).

Las acciones para controlar o erradicar las especies exóticas invasoras (EEI) pueden causar una gran controversia, especialmente cuando las especies objetivo son carismáticas. Por lo tanto, comprender mejor las percepciones de las personas sobre las especies invasoras es clave para garantizar más gestión eficaz de las EEI (Ribeiro *et al.*, 2021).

En relación con las especies invasoras, los estudiantes de Biología y Agricultura de la Universidad de Texas (EEUU) no están muy informados sobre los problemas que estas especies pueden ocasionar (Waliczek, Williamson y Oxley, 2017). En cuanto a la fuente de información que estos estudiantes tienen sobre el tema, estos autores señalan que los alumnos aprendieron más sobre especies invasoras en la escuela secundaria que en los cursos universitarios, y además la mayoría de ellos subestimó el impacto negativo que estas especies pueden causar; sin embargo, eran conscientes de los costos que se generaban para el manejo de estas especies. Los estudiantes que habían recibido información en los cursos universitarios, mostraron actitudes positivas hacia el manejo de especies invasoras. En este sentido, estudiantes del profesorado de primaria y secundaria de Alemania, que habían recibido información previa sobre las especies exóticas invasoras, se posicionaban a favor de la erradicación y la eliminación parcial más que de la vigilancia; y los alumnos que tenían una orientación biológica eran más propensos a optar por una gestión más rigurosa, además pudieron identificar correctamente más especies exóticas invasoras que aquellos de otras orientaciones (Remmele y Lindemann-Matthies, 2020). Según los autores, esto es un indicio de que la aceptación de una gestión de control puede estar positivamente vinculada con los conocimientos de antecedentes biológicos y ambientales. Esto pone de manifiesto la importancia de la información sobre las especies exóticas invasoras para que las personas puedan comprender claramente las razones de ciertos tipos de gestión. Incluso una breve descripción de la naturaleza invasora de una especie puede tener resultados muy eficaces. Del mismo modo, la información sobre el impacto puede conducir a la toma de actitudes más adecuadas en el debate sobre las invasiones biológicas. Por lo tanto, sería una tarea importante de los docentes, familiarizar a los estudiantes con especies nativas y exóticas, y con los enfoques pertinentes sobre cómo tratar esta temática en la escuela. Los cambios curriculares en la educación, orientados a un mayor enfoque en la taxonomía y las especies invasoras, podrían ser un primer paso. Si los docentes en formación son capaces de identificar a las EEI, también podrían estar en condiciones de enseñar este contenido en la

escuela (Remmele y Lindemann-Matthies, 2020). En este punto, los futuros profesores juegan un papel clave, por lo que es necesario evaluar los conocimientos, percepciones y actitudes que ellos poseen sobre el tema. Máxime, cuando algunos estudios indican que, los profesores en formación de La Rioja y País Vasco (España) no perciben los impactos generados por especies invasoras y, además, muestran un claro desconocimiento sobre los vectores de transmisión. Igualmente, no apoyan diversas medidas de control, especialmente el sacrificio de vertebrados invasores; probablemente esto se deba a cuestiones afectivas (Ladrera, Robredo, Ortega-Lasuen, Díez y Ruiz-González, 2020). Desde el punto de vista social, cultural y económico, muchas especies que se han introducido en países sudamericanos son valoradas y explotadas comercialmente, por lo que no se vinculan con especies capaces de generar problemas ambientales (Sanguinetti *et al.*, 2014; Speziale *et al.*, 2012).

Estos resultados destacan la necesidad de trabajar hacia una integración adecuada de esta temática en los diferentes niveles educativos, capacitando a estudiantes y educadores, fomentando actitudes hacia una gestión sostenible de las EEI.

2.16 El libro de texto

Si bien existe una gran diversidad de materiales didácticos y audiovisuales disponibles en el mercado, el libro de texto sigue siendo el recurso sobre el que mayoritariamente se sostienen los procesos de enseñanza y de aprendizaje (García Mateos y Caballero García, 2005; Parcerisa, 1996; Perales Palacios y Vilchez González, 2012), siendo mayoritariamente aceptado por padres, alumnos y profesores (Jiménez Valladares y Perales Palacios, 2001).

El valor de los libros de texto (LT) radica en su uso cotidiano por parte de docentes y alumnos. Se sitúa además como un recurso mediador del conocimiento científico para los estudiantes, apoyando así su formación intelectual, por lo que resulta de interés que se mantenga la calidad de los contenidos que en el libro se desarrollan, ya que influye notablemente sobre el aprendizaje de los alumnos, orientando y dirigiendo muchas de sus actividades. Asimismo, los docentes los utilizan como fuente de problemas y preguntas para la evaluación de los alumnos y, también, como guía en la exposición del contenido científico (Campanario y Otero, 2000).

Una breve mirada histórica nos indica que la herramienta o artefacto didáctico que denominamos libro de texto ha representado un papel singular en la estructuración del

trabajo escolar, convirtiéndose en el principal mediador curricular o traductor del currículo oficial, a partir del cual se diagraman las diferentes secuenciaciones o propuestas educativas para el aula.

En este orden de ideas, algunas investigaciones en el campo de la enseñanza de las ciencias han centrado su investigación en los libros de texto, en concreto, en el papel que los mismos desempeñan en el área de las Ciencias Naturales, tanto en los procesos de enseñanza como en los de aprendizaje; de este modo, se han convertido en objeto de estudio para los investigadores en didáctica de las ciencias, siendo diversas las líneas de análisis que se han desarrollado (Solaz-Portolés, 2010).

El análisis de contenido es un enfoque para el análisis de textos, técnica de investigación sostenida en la lectura metódica textual o visual, como instrumento para recolectar datos. En esta línea, el contenido presente en un texto o en una imagen puede ser percibido desde lo que el autor desea expresar, el contenido manifiesto; pero también puede ser percibido desde lo que se dice de modo indirecto como contenido no manifiesto o latente. Este contenido latente se puede captar y también interpretar, adquiriendo sentido en relación con el contexto donde se localiza el texto. Esta es la razón por la que no solo el texto tiene peso para el análisis de contenido; el contexto adquiere significación también (Abela, 2003; Bardín, 2002; Krippendorf, 1997).

Los trabajos de investigación que se han realizado sobre libros de texto de Ciencias Naturales y Biología son variados, algunos analizan el contenido que se presenta, como por ejemplo la biodiversidad (Bermúdez *et al.*, 2014), otras investigaciones estuvieron dirigidas al análisis de las actividades de aprendizaje (Guerra y López, 2011; Martínez y García, 2003) y las imágenes (Perales y Jiménez, 2002) entre otras investigaciones.

2.16.1 Tratamiento de la biodiversidad en los libros de texto

El concepto de biodiversidad es contemplado en los libros de texto, de distintos niveles educativos y zonas geográficas, desde diferentes perspectivas, como son su definición, enfoque conceptual, procedimental y axiológico, concepto de servicios de los ecosistemas, etc.

En cuanto a la definición del término biodiversidad, los libros de texto de Educación Secundaria españoles presentan confusiones terminológicas y definiciones contradictorias en el tratamiento de los componentes de la biodiversidad (Bermúdez, De Longhi, Díaz y Gavidia, 2014), con un marcado sentido antropocéntrico (Alonso y Penella, 2013). Del

mismo modo, los manuales de Ciencias Naturales y Biología de Argentina, correspondientes a los niveles de Educación General Básica y Polimodal de la Escuela Secundaria presentan una gran variedad de definiciones en las que se evidencia una inclinación hacia el número de especies o riqueza específica, no atendiendo a los componentes ecosistémico y genético (Bermudez *et al.*, 2014; Bermudez y Nolli, 2015). Los libros de texto muestran un atraso conceptual o desgaste biológico en relación al currículo oficial de Argentina (Bermudez y Nolli, 2015). Es necesario que se acorten las distancias con las producciones científicas en el campo de la biodiversidad y que se logre mayor coherencia en el desarrollo de la temática (Bermúdez *et al.*, 2014).

En lo relativo al enfoque conceptual, procedimental y axiológico de la biodiversidad, los libros de texto de Biología y Geología españoles presentan una descontextualización del ámbito axiológico y social, que se traduce en deficiencias para dotar a los estudiantes de una base teórica-práctica que le permita lograr una interpretación crítica y tomar decisiones fundamentadas acerca de la problemática de la conservación de la biodiversidad (Martínez Bernat y García Gómez, 2009).

Los libros de texto de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato de España, en general incluyen la conceptualización de los servicios ecosistémicos, aunque la mayoría de ellos no los define (Bermúdez, De Longhi y Gavidia, 2016). Los servicios “directos” de los ecosistemas son tratados con mayor frecuencia que los “indirectos”, se destaca a las selvas tropicales como las únicas proveedoras de bienes y, además, existe una escasa representación de los servicios sociales y culturales de la biodiversidad. Esto podría estar relacionado con la ausencia de la conceptualización en el currículo español (Bermúdez *et al.*, 2016).

En lo que respecta a la pérdida de biodiversidad, los libros de texto destinados a la Educación Secundaria española priorizan la inclusión de las causas directas sobre las indirectas, a la vez que promueven una mirada de tipo biologicista que desatiende dimensiones históricas, sociales, demográficas y culturales de la problemática (Bermúdez, 2018; Bermúdez, De Longhi, Gavidia, 2015). El cambio climático no presenta relevancia como un agente causal de la pérdida de la biodiversidad. Señalan a las especies animales por encima de otros grupos taxonómicos como componente principal de la pérdida de biodiversidad (Bermúdez *et al.*, 2014, Bermudez y Nolli 2015). Esto podría colaborar con la idea de que ciertos organismos merecen ser protegidos más que otros, generando una percepción ambiental y de la biodiversidad distorsionada. Sin embargo, Bermúdez (2018)

destaca positivamente que las especies nativas mencionadas en el contexto de la desaparición de la biodiversidad hayan superado a los ejemplos de las especies exóticas.

En relación a las invasiones biológicas, los libros de texto de Educación Secundaria de Argentina, en general, no aportan una definición del concepto, y cuando lo hacen, utilizan una gran variedad de términos, dificultando una adecuada conceptualización. Esto podría favorecer la persistencia de concepciones intuitivas de lo que es nativo, exótico e invasor. Los mamíferos exóticos son los predominantes que se incluyen en los textos (Campos, Bermúdez, Díaz y Vilches, en prensa). Estos autores señalan que, las principales consecuencias de las invasiones biológicas son de tipo ecológico por encima de los económicos y sanitarios (Campos *et al.*, en prensa).

2.16.2 Las imágenes en los libros de texto

En los libros de texto en general, y en especial en los de Ciencias Naturales, la imagen es un medio de comunicar información y constituye una línea de investigación en la Didáctica de las Ciencias Naturales (Perales Palacios, 2006). Algunos autores las destacan como registros semióticos de importancia y una de las formas del lenguaje de las ciencias (Duval, 1999; Lemke, 2002). Son consideradas, además, como un apoyo y complemento para la educación en ciencias, dado que aclaran contenidos y, a la vez, amenizan y amplían el desarrollo de los mismos (González, Vildósola y Gine, 2012). 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), otros autores indican que una ilustración tiene un valor en sí misma, ya que aporta elementos que no están presentes en el texto (Jiménez, Prieto y Perales, 1997). En esta misma dirección, Carney y Levin (2002) y Stylianidou, Ormerod y Ogborn (2002) ponen de manifiesto 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.

El uso de imágenes combinadas con texto verbal es de importancia en las Ciencias Naturales; en este sentido, Mayer (2009) como se citó en Raviolo (2019), señala 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 con palabras solas, es decir, los alumnos construyen un aprendizaje más efectivo cuando integran el material verbal con el gráfico. En coincidencia, otros autores indican que

el aprendizaje es más adecuado cuando se emplean tanto las palabras como las ilustraciones, en lugar de utilizar sólo el texto, ya que la integración de ambos tipos de información favorece la comprensión de nociones complejas (Clarck y Lyons, 2004 como se citó en Aguilera y Perales Palacios, 2018). En este orden de ideas, Postigo y Pozo (2000), señalan que los gráficos combinados con textos de cualquier tipo, en diferentes tareas y para sujetos de distintas edades, siempre colaboran con el aprendizaje, la comprensión y la retención del contenido del texto. Estos autores clasifican la información gráfica en función de: i) la naturaleza representacional, es decir, del tipo de información que representan, en: diagramas, gráficas, mapas/planos/croquis e ilustraciones; y ii) de la relación que expresan en: conceptual, numérica, espacial selectiva, espacial reproductiva y del formato en que es representada.

Por otra parte, el uso de la imagen se ha extendido en diferentes ámbitos, de modo tal que los científicos las utilizan constantemente en sus laboratorios, presentaciones académicas y artículos científicos (Perales Palacios, 2006; Pozzer y Roth, 2005), además de en la construcción del conocimiento científico. Así, la utilización de imágenes no podía dejar de difundirse también en la educación formal (libros de texto y pizarrón) e informal (prensa, televisión, publicidad e internet). En este sentido, Bruzzo (2004) indica que, en los libros de texto de enseñanza de la Biología destinados a la Educación Secundaria, las imágenes tienen una presencia destacada, y, a menudo, las razones que se ofrecen para justificar su presencia van desde intereses propios de la editorial, hasta el desinterés por la lectura de los propios estudiantes. Pero, en relación a lo propuesto por Piccinini y Martins (2004), la comunicación científica tiene un carácter multimodal, que implica la articulación del lenguaje verbal y el lenguaje de imágenes. Siguiendo este razonamiento, las representaciones visuales en los libros de texto cuentan entre las formas semióticas de construcción de significados, por lo que las imágenes no son 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 por parte del alumno, e incluso del profesor (Piccinini y Martins 2004). Así, en un libro de texto, las imágenes forman parte del paratexto, es decir, de todo lo que rodea al texto principal, colaborando con el lector a relacionar el mensaje escrito con los distintos gráficos e imágenes distribuidos en la página. Las imágenes se transforman en ilustraciones cuando fijan o aferran el texto, otorgando dimensión e importancia a determinados fragmentos del mismo. La ilustración cumple diversas funciones, como realzar el texto, aclararlo, etc. En las publicaciones científicas y en los libros

de texto se incluyen otro tipo de ilustraciones, aparte de fotografías y dibujos, tales como esquemas y gráficas (Díaz y Pandiella, 2007).

Según Perales Palacios (2006), es posible marcar una diferencia entre imagen e ilustración; para el caso de la imagen, este autor indica que es una “representación de seres, objetos o fenómenos, ya sea con un carácter gráfico (en soporte papel o audiovisual, fundamentalmente) o mental (a partir de un proceso de abstracción más o menos complejo)” (p.14). Por su parte, al referirse a las ilustraciones menciona que “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 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. Del significado original de iluminar, dar luz, esclarecer, conserva el matiz de esclarecer mostrando” (p.424).

En los libros de texto de ciencias del nivel primario del estado de Ohio, (EEUU), las fotografías con animales son más numerosas y diversas que aquellas que presentan organismos vegetales; además incluyen una etiqueta específica con el nombre común. En cambio, las fotografías de plantas se identifican sólo por el nombre de una parte del vegetal (*e.g.*, flor y hoja) o por su forma de vida (*e.g.*, árbol y arbusto) (Link-Pérez, Dollo, Weber y Schussler, 2010). Los autores concluyen que una forma de abordar esta disparidad, y también como una manera de fomentar el interés de los estudiantes por el conocimiento sobre las plantas, es que los docentes vayan más allá de los libros de texto para abordar el tratamiento de los vegetales, y que los mismos, se presenten como organismos distintos en lugar de como una colección de partes (Link-Pérez *et al.*, 2010).

En lo concerniente a las imágenes de dinosaurios, los libros de texto españoles de Educación Secundaria ESO de la etapa LOGSE-LOE, en general contienen un importante número de imágenes, con un elevado grado de iconicidad, especialmente fotografías y reconstrucciones paleobiológicas y paleoecológicas. Presentan un predominio de imágenes desprovistas de rasgos que identifiquen los elementos mostrados, así como la presencia ocasional de modelos alternativos y un déficit en la concurrencia entre textos e imágenes que reduce su potencial didáctico (Mampel, Cortés Gracia y Alcalá, 2015).

Los libros de texto correspondientes a Ciencias de la Naturaleza de segundo curso de la ESO de la Comunidad Autónoma de Andalucía (España) contienen imágenes que representan al ecosistema, ya sea como complemento informativo, reconociendo sus

elementos, relaciones y procesos dinámicos característicos. Presentan, además, un grado de iconicidad pertinente en relación a la función de la secuencia didáctica en la que figuran y como complemento informativo del ecosistema (Silva Arias y Jiménez Pérez, 2017). Estos autores ponen de manifiesto que, es importante generar procedimientos de alfabetización visual tanto en docentes como en alumnos, con el objetivo de generar una adecuada utilización de las imágenes que contribuya al desarrollo de la competencia meta-representativa, necesaria para clarificar conceptos, tales como es la noción de ecosistema.

2.16.2.1 Clasificaciones de las imágenes

En la literatura existente sobre el tema se registran diferentes clasificaciones que permiten agrupar a las imágenes de acuerdo a sus distintas tipologías (Dimopoulos, Koulaidis y Sklaveniti, 2003; Perales y Jiménez, 2002; López-Manjón y Postigo (2014); Postigo y López-Manjón, 2012). Perales y Jiménez (2002), al estudiar la importancia que tienen las ilustraciones usadas en los libros de texto de ciencias para la comprensión de su contenido, proponen y presentan una taxonomía para el análisis de las mismas según diferentes variables. Entre estas variables de clasificación incluyen la función de la secuencia didáctica en la que se encuentran y el grado de iconicidad, el cual está vinculado con el nivel de realismo que posee una imagen en relación con un objeto; en este sentido, las ilustraciones expresarían con un mayor nivel de realismo el objeto, pasando por los diagramas visuales, con un realismo intermedio, hasta los diagramas verbales y las representaciones cuantitativas, como imágenes abstractas. Otras variables utilizadas por Perales y Jiménez (2002) son la funcionalidad, la vinculación que poseen con el texto principal, la presencia de etiquetas verbales y el contenido científico que las respalda (Tabla 1.4.).

Tabla 1.4. Clasificación de las ilustraciones según Perales y Jiménez (2002).

VARIABLES DE ANÁLISIS DE LAS ILUSTRACIONES	CATEGORÍAS
Función de la secuencia didáctica en la que aparece la ilustración	Evocación Definición Aplicación Descripción Interpretación Problematización
Grado de iconicidad	Fotografía Dibujo figurativo Dibujo figurativo + signos Dibujo esquemático Dibujo esquemático + signos Descripción en signos normalizados
Funcionalidad	Inoperantes Operativas elementales Sintácticas
Vinculación con el texto principal	Connotativa Denotativa Sinóptica
Presencia de etiquetas verbales	Sin etiquetas Nominativas Relacionales
Contenido científico que las respalda	Caracterización de las situaciones representadas en las imágenes

En lo concerniente a la función de la secuencia didáctica, los autores determinan cinco categorías en las que pueden hallarse las ilustraciones, estas son: evocación, definición, aplicación, descripción, interpretación y problematización. En lo que al grado de iconicidad se refiere, las categorías propuestas son: fotografía, dibujo figurativo, dibujo figurativo + signos, que incluye la ilustración figurativa/signos normalizados; dibujo esquemático, dibujo esquemático + signos y descripción en signos normalizados. En relación a la funcionalidad, las ilustraciones pueden ser: inoperantes, operativas elementales y sintácticas. La relación con el texto principal puede ser de tipo connotativa, denotativa y sinóptica. En cuanto a la presencia de etiquetas verbales, las ilustraciones pueden carecer de ellas o ser nominativas o relacionales. Finalmente, para la variable contenido científico que las sustenta, se valora la pertinencia o no de la ilustración presentada en función de la temática que aborda (Tabla 1.4.).

En otro estudio, López-Manjón y Postigo (2014) distinguen cuatro tipos básicos de imágenes, que son: las ilustraciones, los diagramas visuales, los diagramas verbales y las representaciones cuantitativas. A su vez, en cada categoría se incluyen otras variantes de imágenes más delimitadas o vinculadas a ciertos contenidos. Considerando el campo

específico de la biología y las características de las imágenes del cuerpo humano, formulan una clasificación que reconoce fotografías, imágenes técnicas y diagramas de estructura y de proceso, ya que las mismas atienden a las relaciones espaciales entre las estructuras anatómicas, o a los procesos asentados en ciertas estructuras anatómicas. Las demás imágenes, como los diagramas verbales y las representaciones cuantitativas son compartidas con otros dominios de conocimiento (Tabla 1.5.).

Tabla 1.5. Clasificación de imágenes: características y ejemplos (tomada de López-Manjón y Postigo, 2014).

Tipo de imagen		Características	Ejemplos
Ilustraciones	Fotografía	Reproducen todos los elementos externos del fenómeno representado.	Foto de un ojo mostrando sus partes externas
	Imagen técnica: microfotografía, ecografía y radiografía	Reproducen los elementos internos del fenómeno representado a través de diversos medios técnicos	Radiografía de la fractura de un hueso del brazo
	Dibujo	Representaciones icónicas que muestran una correspondencia analógica y selección respecto al fenómeno representado.	Dibujo de frutas y verduras para ilustrar una dieta saludable.
Diagramas visuales	Diagrama de estructura	Presentan las características físicas de las partes del objeto representado y su disposición en el espacio (Lowe, 1993)	Diagrama de estructura del sistema digestivo con rótulos que señalan sus diversas partes.
	Diagrama de proceso	Presentan la evolución del fenómeno así como los cambios de las partes del mismo a través del tiempo (Lowe, 1993).	Diagrama del proceso de digestión del alimento a través del sistema digestivo.
Diagramas verbales	Mapa conceptual	Organización espacial de información verbal representando interrelaciones jerárquicas entre distintos conceptos de forma explícita y esquemática con diversos elementos gráficos y palabras clave.	Mapa conceptual del cuerpo humano con sus diferentes sistemas y aparatos.
	Tabla y esquema	Representan las interrelaciones entre distintos contenidos conceptuales a través de llaves, cuadros, flechas...	Tabla sobre los sentidos con sus órganos y funciones.
Representaciones cuantitativas	Representaciones cuantitativas	Presentan la relación cuantitativa entre dos o más variables a través de distintos elementos (gráficas de líneas, barras, sectores, tablas...).	Tabla de datos y gráfica de líneas representando la audición del oído derecho e izquierdo.

2.16.2.1.1 Las fotografías

En los últimos años, los libros de texto han evolucionado y la presencia de fotografías en ellos ha tomado una relevancia sustancial, ya sea para la ejemplificación de conceptos o para representar organismos vivos (Pozzer y Roth, 2003). A menudo, las fotografías son consideradas puramente decorativas y las editoriales las incluyen con el objetivo de captar

la atención de los estudiantes (Pozzer y Roth, 2005), sin embargo, existen estudios que confirman que mejoran el aprendizaje de los alumnos (Carney y Levin, 2002 como se citó en Link-Pérez, Dollo, Weber y Schussler (2010). Existen trabajos que indican que las fotografías incluidas en los libros de texto poseen un rol pedagógico preponderante (Dimopoulos, Koulaidis y Sklaveniti, 2003; Pozzer y Roth, 2005), y que tienen mayor relevancia que otras formas de representaciones gráficas, tal vez porque estas se distinguen como representaciones auténticas de la realidad (Pozzer y Roth, 2003). De acuerdo a la función que las fotografías tienen en los libros de texto, Pozzer y Roth (2003) las clasifican en decorativa, ilustrativa, explicativa y complementaria.

Función decorativa

En este grupo se encuentran aquellas fotografías que no se mencionan en el texto principal, no incluyen una leyenda y generalmente están ubicadas al inicio de una unidad, capítulo o sección de texto, aportando cierta estética o atractivo a ese fragmento de la obra.

Función ilustrativa

Las fotografías incluidas en esta categoría poseen un título o leyenda que nombra o describe lo que el lector debe ver en la imagen; sin embargo, el título no proporciona información adicional al texto principal. El conjunto de fotografías y leyendas constituyen un recurso visual para el lector en el sentido de que se describe un espécimen concreto de una clase o concepto. La fotografía brinda al lector una representación visual de lo mencionado en el texto (*e.g.*, especies), pero no constituye una información esencial, relacionada con lo tratado en el texto.

Función explicativa

Esta categoría incluye fotografías con subtítulos que proporcionan una explicación o una clasificación de lo que se representa en las fotografías. Los subtítulos no solo nombran el objeto o fenómeno de la fotografía, sino también agregan información sobre este objeto o fenómeno. Con esta información, los lectores son guiados en la observación de la fotografía; lo que tiene relevancia debido a que ayuda a dar sentido a lo que se puede ver en la imagen; sin embargo, esta información no es suficiente para guiar al lector a establecer relaciones entre la fotografía y el tema tratado en el texto principal. El índice presentado en el texto principal y replicado en el título permite al lector conectar la figura y el texto. Pero si no hay otra información que se proporcione, el lector no puede relacionar adecuadamente la fotografía con el concepto desarrollado en el texto principal.

Función complementaria

Las fotografías incluidas en esta categoría están asociadas a subtítulos que agregan nueva información sobre el tema tratado en el texto principal que no ha sido mencionada, y ayuda a los lectores a comprender mejor el concepto biológico que se enseña.

2.16.3 Las actividades en los libros de texto

Las actividades propuestas en los libros de texto son otro recurso importante que puede contribuir a aumentar el valor didáctico de los mismos, por lo que también han sido objeto de investigación desde la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Diversas investigaciones han analizado las actividades desde perspectivas diferentes, como el tipo de consigna, las situaciones problemáticas formuladas o los objetivos y procedimientos abordados. Así, se ha descrito que las actividades carecen de propuestas que colaboren con la selección y organización de la nueva información o, incluso, que existe cierta desconexión entre las actividades y los desarrollos teóricos de las unidades (García-Rojeda, 1997).

En relación con los objetivos y procedimientos que buscan las actividades presentes en los libros de texto españoles y mexicanos se destaca la ausencia de actividades cuyos objetivos estén orientados hacia la indagación, en cambio son más abundantes aquellos orientados a la aplicación de la teoría presentada en el texto y la adquisición de conocimientos (García Barros y Martínez Losada, 2003, Guerra Ramos y López Valentín, 2011). Así, los procedimientos más abundantes son aquellos vinculados con la comunicación, la organización de la información (García Barros y Martínez Losada, 2003) y la observación, por encima de los que implican la resolución de problemas (Guerra Ramos y López Valentín, 2011). De este modo, los procedimientos enseñados no promueven la generación de nuevos conocimientos, debido a que en general se trata de cuestionarios en los que las respuestas son memorísticas y no se tienen en cuenta la reflexión, la crítica o la comprensión del concepto; en definitiva, no favorece al logro de un aprendizaje significativo por parte del estudiante (Gavidía y Cristerna, 2000). Estos resultados indican que la información sigue siendo el centro de la propuesta didáctica del libro y está direccionada a que los estudiantes busquen, apliquen y comuniquen la información (Guerra Ramos y López Valentín, 2011). Incluso, las actividades propuestas para fomentar cambios en los valores, actitudes y comportamientos de los estudiantes, incluidas en textos españoles de 3º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), abordan las problemáticas ambientales desde

planteamientos educativos tradicionales caracterizados por contenidos predominantemente teóricos, simplificadores y reduccionistas (Montañés Bayonas y Jaén García, 2015).

En cuanto a los tipos de preguntas incluidas en las actividades de los libros de texto, las relacionadas con el tema de los ecosistemas, presentes en los libros de texto españoles publicados en el marco legislativo de las tres leyes educativas recientes (LOGSE, LOE y LOMCE), son, en su mayoría, de tipo fáctico y fomentaban la memorización (Pérez-Martín, Calurano-Tena, Martín-Aguilar, Esquivel-Martín y Bravo-Torija, 2019). Aunque a través de los sucesivos cambios legislativos, ha aumentado el número de preguntas que promueven la argumentación, la justificación y el juicio crítico. Mejorar la formulación de preguntas puede optimizar el interés por las ciencias, mostrándolas como una construcción humana de la que todo ciudadano debe ser partícipe (Pérez-Martín *et al.*, 2019).

En relación con las actividades que promueven el desarrollo de capacidades asociadas a la competencia científica de los estudiantes, los libros de texto españoles de sexto curso de Educación Primaria incluyen actividades académicas, que se enfocan en el uso de las competencias relacionadas con el conocimiento científico. Pocas veces se tienen en cuenta aquellas que están directamente relacionadas con las competencias científicas, por lo tanto es necesario cambiar el enfoque de los libros de texto, ya que son un elemento clave de la innovación docente (Laya-Iglesias y Martínez Losada, 2019).

Las actividades de aprendizaje que exploran métodos de indagación, que están directamente relacionados con el quehacer científico y con la comprensión de la naturaleza de la ciencia, en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza de España para el cuarto curso de la Educación Primaria, son actividades donde aparece más la dimensión conceptual, mientras que es menos frecuente la dimensión sistemática y sintética. No se hallaron actividades de aprendizaje en las que se proponga la realización de indagaciones sobre situaciones contextualizadas, en las cuales los estudiantes puedan utilizar procesos análogos a los empleados por los científicos (Pérez y Meneses Villagrà, 2020). Según estos autores, los libros de texto actuales deberían proporcionar otro tipo de actividades que refuercen las actitudes científicas, los valores relacionados con la ciencia y los hábitos que reflejen su importancia desde el punto de vista personal, del individuo y de la sociedad. La competencia científica integra las dimensiones conceptual, metodológica y actitudinal; contempla el desarrollo paulatino de capacidades, destrezas, habilidades, valores, actitudes y la comprensión de ideas y teorías científicas; para que los estudiantes puedan desarrollarla se requiere trabajar todas ellas de forma integrada y progresiva (Pérez y Meneses Villagrà, 2020).

Aunque la mayoría de las investigaciones ponen de manifiesto que en las actividades que se proponen en los libros de texto existen ciertas debilidades, no son muy abundantes los estudios en los cuales se comparen las actividades propuestas con su utilización real en el aula por parte de los docentes (Occelli y Valeiras, 2013). Según estas autoras, es muy poco probable que los libros de texto se posicionen como el único recurso didáctico o fuente de información en el aula, quedando en manos de los docentes, la responsabilidad de escoger las partes adecuadas de estos materiales para cada temática que deba ser abordada.

3. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1 Preguntas de investigación

La pregunta general de investigación planteada en la presente tesis doctoral, para investigar acerca de la manera en que los LT correspondientes al nivel de Educación Secundaria Básica (ESB) y de Educación Secundaria Superior (ESS) tratan la temática de las especies exóticas (EE) y las invasiones biológicas (IB), es:

¿Cómo realizan el tratamiento de la temática vinculada con las especies exóticas y las invasiones biológicas los libros de texto correspondientes al nivel secundario de educación (ESB y ESS) del área de Ciencias Naturales y Biología de la provincia de Buenos Aires, Argentina?

Las preguntas específicas sobre el tratamiento de la temática de las EE e IB por los libros de texto son :

- a. ¿En qué marco conceptual los libros de texto de Ciencias Naturales y Biología, que se utilizan en los niveles de ESB y de ESS incluyen la temática de las EE y las IB?
- b. ¿Qué formatos (*e.g.*, texto, imágenes y actividades) presentan los libros de texto de los dos niveles educativos (ESB y ESS) para el tratamiento de las EE y las IB?
- c. ¿Cuál es la jerarquía textual (*e.g.*, texto principal, lectura complementaria y paratextos o textos auxiliares) en la que se tratan los temas de las EE y las IB?
- d. ¿Cómo los libros de texto de los dos niveles educativos (ESB y ESS) definen a las especies exóticas, nativas e invasiones biológicas?
- e. ¿Cuál es la terminología, sinónimos o expresiones empleadas por los LT de los dos niveles educativos (ESB y ESS) para referirse a las esEE e IB?
- f. ¿Cuál es la profundidad con la que se aborda el proceso de invasión biológica en los libros de texto de los dos niveles analizados?
- g. ¿Cuáles son los ejemplos de especies exóticas e invasiones biológicas que presentan los libros de texto de los dos niveles analizados?

- h. ¿Cuáles son las propuestas de acciones de manejo para las EE y las IB incluidas en los LT analizados?
- i. ¿Los LT de ambos grupos (ESB y ESS) presentan inconsistencias o contradicciones al tratar los temas de especies exóticas e invasiones biológicas?
- j. ¿Cuáles son las características de las imágenes incluidas en los textos del nivel ESB y ESS relacionadas con las especies exóticas y las invasiones biológicas?
- k. ¿Cuáles son las características de las actividades relacionadas con las EE y las IB que presentan los libros de texto de los dos niveles educativos (ESB y ESS)?
- l. ¿Existen diferencias en el abordaje de la temática de investigación entre los dos grupos de libros de texto analizados (ESB y ESS)?

3.2 Objetivos de la investigación

El objetivo general planteado en la presente tesis doctoral es conocer cómo se desarrollan los contenidos textuales y gráficos sobre especies exóticas e invasiones biológicas en libros de texto del área de Ciencias Naturales y Biología de la Escuela Secundaria Básica y la Escuela Secundaria Superior de la provincia de Buenos Aires, Argentina.

Los objetivos específicos planteados para alcanzar el objetivo general, referidos siempre a los libros de texto del área de Ciencias Naturales y Biología de los niveles de educación de la Escuela Secundaria Básica y Superior (ESB y ESS) de la provincia de Buenos Aires, son:

- Objetivo específico 1 (OE1): Analizar el marco conceptual en que las temáticas relacionadas a las EE e IB son abordadas en los LT destinados a la Enseñanza Secundaria.
- Objetivo específico 2 (OE2): Identificar los formatos (texto, imágenes y actividades) en que se presentan los temas de las IB y las EE en los LT.
- Objetivo específico 3 (OE3): Determinar la jerarquía textual (texto principal, lectura complementaria y paratextos o textos auxiliares) utilizada por los LT de para el tratamiento de las EE e IB.
- Objetivo específico 4 (OE4): Caracterizar las definiciones de especie exótica, especie nativa e invasión biológica que se presentan en los LT.
- Objetivo específico 5 (OE5): Identificar la terminología empleada por los LT para referirse a las EE e IB.

- Objetivo específico 6 (OE6): Determinar la profundidad con la que se aborda el proceso de IB en los LT analizados.
- Objetivo específico 7 (OE7): Reconocer los ejemplos utilizados en relación a las EE e IB.
- Objetivo específico 8 (OE8): Identificar las acciones de manejo vinculadas con las EE e IB que se proponen en los LT.
- Objetivo específico 9 (OE9): Identificar la presencia de inconsistencias y contradicciones que presentan los textos al tratar los temas de EE e IB.
- Objetivo específico 10 (OE10): Caracterizar las imágenes incluidas en los LT sobre EE e IB.
- Objetivo específico 11 (OE11): Caracterizar las actividades que involucran a las EE e IB propuestas en los libros de texto.
- Objetivo específico 12 (OE12): Identificar si existen diferencias entre los LT de ESB y los de ESS cuando abordan la temática de las EE e IB.

3.3 Hipótesis de investigación

Las hipótesis formuladas para la investigación son:

- Hipótesis 1 (H1): Los LT de los niveles educativos ESB y ESS realizan un tratamiento diferencial sobre las especies exóticas y las invasiones biológicas.
- Hipótesis 2 (H2): Las características de las imágenes sobre especies exóticas e invasiones biológicas difieren según el nivel educativo de los LT.
- Hipótesis 3 (H3): Las características de las actividades que incluyen la temática sobre especies exóticas e invasiones biológicas difieren según el nivel educativo de los LT.

4. METODOLOGÍA

En función del objeto de estudio y de los objetivos planteados, se optó por una investigación cualitativa y cuantitativa, puesto que esta estrategia permitiría potenciar el análisis de los datos que resultaran del proceso (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018; Marradi *et al.*, 2010). Un proceso cualitativo-cuantitativo permite un nivel de comprensión del objeto investigativo más cercano a la complejidad del fenómeno (Núñez Moscoso, 2017) y se ajusta mejor a las preguntas de investigación, las cuales constituyeron el punto de partida para el estudio realizado, recabando datos que luego se analizaron en la búsqueda de resultados significativos para el presente trabajo de tesis.

4.1 Muestra

Para desarrollar la investigación, se definieron las unidades de análisis, que constituyen los elementos sobre los que se focaliza el estudio, según Krippendorff (1990). Así, se diferenciaron en tres tipos de unidades de análisis:

- Unidades de muestreo,
- Unidades de registro y
- Unidades de contexto.

4.1.1 Unidades de muestreo

Las unidades de muestreo son aquellas que, en su conjunto, conforman la realidad a investigar, es decir, aquellas porciones del universo observado que serán analizadas. En este trabajo están constituidas por los libros de texto. Las unidades de muestreo que forman parte de este estudio se seleccionaron teniendo en cuenta lo planteado en los diseños curriculares y en las editoriales de mayor difusión en la provincia de Buenos Aires (Argentina), que, además, son las más utilizadas en las escuelas, tanto por docentes como por alumnos.

Según el diseño curricular de la provincia de Buenos Aires, se seleccionaron como unidades de muestreo los LT correspondientes al primer año de la ESB y los correspondientes al cuarto y sexto año de la ESS. No obstante, y debido a que en las bibliotecas escolares aún se encuentran y utilizan, tanto libros de texto correspondientes a la Educación General Básica (EGB), como aquellos que pertenecen a la Educación Polimodal (Ley Federal de Educación, 1993, vigente hasta 2006), se incluyeron para el análisis, algunos LT correspondientes a este periodo, tres correspondientes al 7° año de la EGB (ESB5, ESB11 y ESB15) y tres correspondientes al polimodal (ESS6, ESS9 y ESS11).

De este modo, la muestra, de tipo no probabilística, quedó conformada por 42 libros de texto (LT) de “Ciencias Naturales”, “Biología” y “Ambiente, Desarrollo y Sociedad” para la Educación Secundaria correspondientes a dos niveles educativos, ESB (25) y ESS (17) (Tabla 2.1.). Estos manuales fueron editados entre los años 2000 y 2019, y pertenecen a 12 editoriales de amplia difusión en la República Argentina (Santillana, Puerto de Palos, Aique, Maipue, Estrada, Kapelusz, Longseller, SM, Mandioca, Tinta Fresca, Doce orcas, Edelvives).

En la provincia de Buenos Aires, la educación se rige por los lineamientos de la Ley de Educación Nacional (2006), que incluye la Educación Secundaria Básica (ESB) y la Educación Secundaria Superior (ESS). Dentro del diseño curricular de la provincia de Buenos Aires, los temas relacionados con la biodiversidad se localizan en el espacio curricular de: i) “Ciencias Naturales” correspondiente al primer año de ESB, ii) “Biología” correspondiente al cuarto año de la ESS y iii) “Ambiente, Desarrollo y Sociedad” correspondiente a sexto año de la ESS.

En el espacio curricular de “Ciencias Naturales”, primer año de ESB (nivel equivalente al 7° año de la Educación General Básica (EGB), perteneciente a la legislación que regía la educación hasta el año 2006, Ley Federal de Educación, 1993), los temas relacionados con la biodiversidad se localizan en el eje denominado “La interacción y la diversidad en los sistemas biológicos”, el cual contiene el núcleo de contenidos “La Vida: Unidad y Diversidad”; en este se indica que:

“...a través del “análisis de textos periodísticos y de divulgación se pretende la reestructuración de las ideas previas que los alumnos/as han construido con relación a la “Biodiversidad, su importancia y las causas y consecuencias de su alteración por parte de las actividades humanas” (p.38).

Dentro de este eje, se encuentran también contenidos del núcleo “Los seres vivos como sistemas abiertos que intercambian materia y energía”, en particular los que tratan las relaciones tróficas entre los seres vivos. En este punto y según las orientaciones didácticas

del diseño, se recomienda que los estudiantes debatan y discutan acerca de los efectos producidos en los ecosistemas por la desaparición y/o introducción de especies en las tramas tróficas. Asimismo, estos temas pueden ser abordados durante la Educación Secundaria Superior (ESS), en el ciclo orientado de Ciencias Naturales.

Los contenidos incluidos en el espacio curricular “Biología”, correspondiente al cuarto año de ESS, también ofrecen escenarios que brindan la posibilidad de abordar el estudio de las invasiones biológicas. En este espacio se tratan los temas inherentes a la dinámica de los ecosistemas, sucesión ecológica, relaciones tróficas y los agroecosistemas. Entre las recomendaciones didácticas expresadas, se resalta el hecho de que, el ser humano produce alteraciones en el ecosistema natural a través de la modificación de las redes tróficas naturales por la incorporación de plantaciones artificiales, lo que en conjunto lleva a la pérdida de la biodiversidad.

Asimismo, en sexto año de la ESS, el espacio curricular “Ambiente, Desarrollo y Sociedad”, que es específico de la orientación Ciencias Naturales, tiene por objetivo brindar un amplio panorama acerca del origen de las problemáticas ambientales en diferentes escalas espaciales; también sobre las respuestas planteadas por el ser humano para la prevención, mitigación y remediación de esos impactos; así como, sobre las prácticas ciudadanas responsables de contribuir a la construcción de un ambiente más saludable (DGCyE, 2011). Las temáticas relacionadas con la pérdida de biodiversidad, sus consecuencias y posibles riesgos, así como las estrategias para la conservación están incluidas en los ejes denominados “Aire, Agua, Suelo y Biodiversidad” y “Respuestas”. En este último se tratan contenidos tales como “acciones de mitigación, recuperación y remediación sobre zonas contaminadas. Manejo sustentable de recursos naturales: acciones de organizaciones sociales y ONG; políticas públicas; legislación; tratados internacionales” (p.159). Se presentan ejemplos de estudios de caso relacionados con problemáticas vigentes del territorio argentino, para que el docente pueda abordar los ejes temáticos planteados. Por tanto, estos espacios curriculares ofrecen también la oportunidad de estudiar las invasiones biológicas y especies exóticas en el contexto del tratamiento de ciertas temáticas específicas.

Tabla 2.1. Listado de libros de texto (LT) utilizados en este estudio.

Código del libro	Referencia bibliográfica
ESB1	Balbiano, A. J. Díaz, F. G. Godoy, E. I. Iudica, C. E. López Arriazu, F. Leto, N. M. and Sargorodski, A. C. E. (2013). Ciencias Naturales 1. Conocer Más. ES 1° año. Buenos Aires, Editorial Santillana. ISBN: 978-950-46-3087-6.
ESB2	Cambiasso, C., Díaz, F., Iglesias, C., Leto, N., Perini, L., Serafini, G. (2019). Ciencias Naturales 1. CABA, Santillana.
ESB3	Mosquera, M. S., Segura, A. F. y Gonçalves, S. (2010). Ciencias Naturales 1 ESB. Buenos Aires, Longseller. ISBN: 978-987-550-816-3
ESB4	Carmona de Rey, C., Cárdenas, H., de Dios, C., Carmona, C., Pusterla, V., Scacheri, H., Negrotti, P., Hermo, R., Kochmann, D., Martínez Filomeno, S. y Laskowicz, R. (2010). Logonautas, Ciencias Naturales 1. 1° edición. Buenos Aires, Puerto de Palos. ISBN: 978-987-547-361-4
ESB5	Capurro, M., Carreras, N., Courtalon, P., Cuniglio, F., Cwi, M., Monzón, A., Negrotti, P., Stutman, N., Gottschalk, K., Martino, L., Bosack, A. y Moreno, P. (2005). Ciencias Naturales 7 Astronomía- Geología-Biología- Física-Química, en estudio. Buenos Aires, Puerto de Palos. ISBN: 987-547-236-0
ESB7	Aguilera, E., Cucci, G., Di Sciulio, A., Fortunato, M.E., Galotti, L. (2019). Avanza Ciencias Naturales: la interacción y la diversidad de los sistemas biológicos, los materiales y sus transformaciones, energía, cambio y movimientos, la tierra y el universo. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Kapelusz.
ESB8	Carreras, N., Tignanelli, H., Hurrell, J., Rela, A., Furman, M., Antokolec, P. y Cousau de Graham, M. (2010). Ciencias Naturales. Buenos Aires, Ediciones SM.
ESB10	Alberico, P., Florio, A., Gleiser, M., Martínez, S., Taddei, F., Venero, R. (2013). Ciencias Naturales 1. Buenos Aires, Estrada.
ESB11	Franco, R., Frid, D., López de Riccardini, S., Rodríguez Vida, I., Sargorodski, A. y Serafini, G. 2008. Ciencias Naturales 7. Buenos Aires, Santillana. ISBN: 978-950-46-1885-0
ESB12	Balbiano, A., Cambiasso, C., Castro, A., Díaz, F., Godoy, E., Iglesias, M., Iudica, C., Jaul, M., Karaseur, F. y Serafini, G. (2015). Ciencias Naturales 1. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Santillana. ISBN: 978-950-46-3993-0
ESB13	Carranza, A., Chernizki, M., Florio, A., Harburguer, L., Monteleone, A., Papayannis, C. y Tomás, M. (2011). Ciencias Naturales 1 Sistemas en interacción. Buenos Aires, Kapelusz.
ESB15	Caro, G., Nisenholz de Muler, R., Sellés-Martínez, J. y Settani, C. (2005). Ciencias Naturales. Buenos Aires, Tinta fresca.
ESB18	Romeu, S., Cocchi, D., Fanger, T., Borches, E. (2019). Ciencias Naturales 1. Buenos Aires, Puerto de Palos.
ESB19	Adragna, E., Frid, D., Fiadone, R. (2010). Ciencias Naturales 1. Buenos Aires, Estación Mandioca.
ESB20	Antokolec, P., De Francesco, V., Florio, A., Harburguer, L., Haut, G. y Solís, M.J. (2009). Biología Para Pensar. Interacciones, diversidad y cambios en los sistemas biológicos. Buenos Aires, Kapelusz Editora.
ESB21	Antokolec, P., De Francesco, V., Di Sciullo, A., Figueroa, J., Florio, A., Fortunato, M.E., Harburguer, L., Haut, G., Kreimer, A. y Solís, M.J. (2015). 2. Biología Para Pensar. Origen, diversidad y evolución de los sistemas biológicos: del individuo al ecosistema. Buenos Aires, Kapelusz Editora.
ESB22	Mollerach, R., Stutman, N. y Hurrell, S. (2013). Ciencias Naturales I. El mundo en tus manos. Buenos Aires, Aique Grupo Editor.
ESB23	Onna, A., López, A., Juliani, A., Liberman, D., Klier, G., Folguera, G., Klier, J., Juliani, R. y Chirino, V. (2014). Biología. Los seres vivos, unidad y diversidad, nodos. Buenos Aires, SM.
ESB24	Bisheimer, M.V., Chirino, V., Feresin, M., Fernández, S.A, Ferretti, V. y Soave, G. (2008). Biología 1 Transformaciones de la materia y energía en los seres vivos. Buenos Aires, Doce orcas ediciones.

Continuación Tabla 2.1. Listado de libros de texto (LT) utilizados en este estudio.

ESB25	Bisheimer, M.V., Capurro, A., Cuniglio, F., Ferretti, V., Olivares, A., Saullo, S. y Soave, G. (2008). <i>Biología</i> . Buenos Aires, Doce orcas ediciones.
ESB26	Frid, D., Valles, A., Godoy, A., Taddei, F. y Berler, V. (2015). <i>Ciencias Naturales</i> . Buenos Aires, Puerto de Palos.
ESB27	Balbiano, A., Barderi, G., Bombara, N., Cambiasso, C., Castro, A., Chauvin, S., Godoy, E., Iglesias, M. Iudica, C. y Otero, P. (2016). <i>Biología 1 Los seres vivos: aspectos evolutivos, reproducción y biodiversidad</i> . CABA, Santillana.
ESB28	Schneider, F., Herrero, V., Martínez, S. (2017). <i>Ciencias Naturales Savia</i> . Ciudad Autónoma de Buenos Aires, SM.
ESB29	Fungueiro, M., Rivas, L., Serrano, A., Cortelletti, F. y Marzán, M. (2017). <i>Ciencias Naturales 1</i> . Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Estación Mandioca.
ESB30	Galperin, D., Gleiser, M., Joselevich, M., Laje, R., Martínez, S., Melchiorre, L., Rosenzvit, M. y Sargoroschi, A. (2016). <i>Ciencias Naturales 1</i> . Buenos Aires, Edelvives.
ESS1	Valerani, A. y Busca, M. (2009). <i>Biología: Poblaciones, comunidades y ecosistemas</i> . Buenos Aires, Longseller.
ESS2	Santadino, M. y Riquelme Virgala, M. (2011). <i>Biología: Transformación e intercambio de la materia y la energía: desde la célula hasta los ecosistemas</i> . Buenos Aires, Longseller.
ESS3	Muzzanti, S. y Espinoza, A.M. (2008). <i>Biología: El ecosistema y la preservación del ambiente</i> . Buenos Aires, Longseller.
ESS4	Balbiano, A.J., Franco, R., Godoy, E.I., Iglesias, M.C., Iudica, C.E., Otero, P.A. y Suárez, H.I. (2010). <i>Biología. El intercambio de materia y energía y energía en el ser humano, en las células y en los ecosistemas</i> . ES: 4º año. Buenos Aires, Santillana. ISBN: 978-950-46-2267-3
ESS5	Bocalandro, N., Frid, D. y Socolovsky, L. (2013). <i>Biología 4. Intercambios de materia y energía, de la célula al ecosistema</i> . San Isidro, Serie Huellas Editorial Estrada.
ESS6	Cuniglio, F., Barderi, M., Bilenca, D., Granieri, P., Lotersztain, I., Fernández, E., Kechichian, G. (2000). <i>Biología y Ciencias de la Tierra</i> . Buenos Aires, Santillana.
ESS7	Bazán, M., Caro, G., Lasalle, A., Maldonado, A., Rodríguez, M., Sabbatino, V. y Valli, R. (2007). <i>Biología</i> . La Plata, DGCyE de la provincia de Buenos Aires, programa textos escolares para todos.
ESS8	Wolovelsky, E., Mosca, J. y Liberman, D. (2013). <i>Biología. Intercambios de materia y energía en los organismos pluricelulares, las células y los ecosistemas</i> . Buenos Aires, Ediciones SM.
ESS9	Bocalandro, N., Frid, D. y Socolovsky, L. (2009). <i>Ecología y Evolución</i> . Buenos Aires, Editorial Estrada.
ESS10	Adami, S., Banús, M. del C., Bocchino, C., Figueroa, J., Fortunato, M.E., García Tornadú, I., Gutiérrez, I., Harburguer, L., Haut, G., Jamui, J., Kreimer, A., Rivera, S., Sabbadino, V. y Zacharias, C. (2010). <i>Biología para pensar. Intercambios de materia y energía de los sistemas biológicos: de la célula a los ecosistemas</i> . Buenos Aires, Kapeluz Norma Editora.
ESS11	Bilenca, D. y Kechichian, G. (2000). <i>Ecología urbana y rural</i> . Buenos Aires, Santillana.
ESS12	Vatuone, L. (2017). <i>Biología 4. Intercambio de materia y energía en los seres vivos, la célula y los ecosistemas</i> . Buenos Aires, Puerto de Palos.
ESS13	Díaz, M., Ercoli, P., Gailhou, C. y Tedesca, S. (2012). <i>Biología IV</i> . Ituzaingó, Maipue.
ESS14	Balbiano, A.J., Barderi, M., Molinari Leto, N., Iudica, C. y Otero, P.A. (2013). <i>Biología. El intercambio de materia y energía y energía en el ser humano, en las células y en los ecosistemas</i> . ES: 4º año. Buenos Aires, Editorial Santillana.
ESS15	Alcain, j., Gascue, F., Serrano, A. y Solano, J. (2018). <i>Biología IV. Intercambios de energía, de la célula al ecosistema</i> . Buenos Aires, Estación Mandioca.
ESS16	Aljanati, D., Lacreau, L. y Socolovsky, L. (2019). <i>Biología 4, Intercambios de materia y energía, de la célula al ecosistema</i> . Buenos Aires, Estrada.
ESS17	Anzolin, A. (2015). <i>Ambiente, Desarrollo y Sociedad</i> . Ituzaingó, Maipue.

4.1.2 Unidades de registro

Las unidades de registro son las partes analizables en las que se divide la unidad de muestreo; son segmentos de contenido que pueden ser categorizados, analizados e interpretados sistemáticamente. Las unidades de registro en un texto pueden ser palabras, temas, frases, caracteres, párrafos, conceptos (ideas o conjunto de ideas) y símbolos semánticos (metáforas o figuras literarias). En este trabajo, la unidad de registro hace referencia a la porción de texto (párrafo o conjunto de párrafos) en el cual aparezca una idea o concepto referido a especie exótica, invasión biológica o algún término que los vincule.

La metodología empleada para localizar las unidades de registro consistió en la búsqueda sistemática de los términos exótico o invasión biológica, así como también algunos términos relacionados (*e.g.*, no nativo, introducción de especies y foráneo).

4.1.3 Unidad de contexto

La unidad de contexto es la porción de la unidad de muestreo que tiene que ser examinada para poder caracterizar una unidad de registro y, en general, es más amplia que esta. En este trabajo, la unidad de contexto está dada por el capítulo, bloque o sección de las obras bajo estudio donde se localiza la unidad de registro.

La metodología empleada para registrar las unidades de contexto fue elaborar una base de datos, en la cual, para cada unidad de registro (palabras que se refieren a las especies exóticas o bioinvasiones) identificada, se recopiló la siguiente información: el capítulo o bloque en el que aparecía, el lugar concreto del capítulo o bloque donde se encontraba (*e.g.*, cuerpo del texto, lecturas complementarias o actividades), el contexto temático donde se presentaba y el texto literal que acompañaba a dicho término.

4.2 Método de interpretación de textos: Análisis de contenido

La metodología seleccionada para explorar la bibliografía bajo estudio fue el análisis de contenido, técnica de interpretación que se basa en la descomposición y clasificación de textos (Marradi, Archenti y Piovani, 2010), con un amplio reconocimiento científico en el campo de la observación documental (López Noguero, 2002). Para Bardin (1986), el análisis de contenido es entendido como:

“un conjunto de técnicas de análisis de comunicaciones tendiente a obtener indicadores (cuantitativos o no) por procedimientos sistemáticos, y objetivos de descripción del contenido de los mensajes, permitiendo la inferencia de conocimientos relativos a las condiciones de producción/recepción (variables inferidas) de estos mensajes” (p. 32).

Así, una vez definidas las unidades de análisis, se realizó una búsqueda minuciosa en los contenidos textuales e imágenes que, sobre especies exóticas e invasiones biológicas, presentaban los libros. Una vez localizados los contenidos, se realizó la transcripción completa del texto expositivo, las imágenes y/o las actividades, con el objetivo de confeccionar un *dossier* que facilitara su análisis posterior.

Finalmente se llevó a cabo el análisis de la información contenida en el *dossier* dividiendo el contenido en tres apartados:

1. Análisis del contenido general de los LT.
2. Análisis de la imágenes.
3. Análisis de las actividades.

4.2.1 Análisis del contenido general de los LT

El análisis del contenido general se realizó dirigiendo la búsqueda en los LT a través del estudio de una serie variables que se jerarquizaron en categorías y subcategorías de primer y segundo nivel (Tabla 2.2.), como son el marco conceptual, el formato textual o la jerarquía textual, para así poder alcanzar los objetivos planteados y responder a las preguntas de investigación.

4.2.1.1 Marco conceptual

Dentro de los LT se buscó el marco conceptual en que aparece incluido el tema de las especies exóticas y/o las invasiones biológicas, es decir, los capítulos donde se refiere a estos conceptos. Para cada LT se confeccionó un esquema (Anexos I y II), con el software *Cmap-Tool*, que registra esta información (Figura 2.1.).

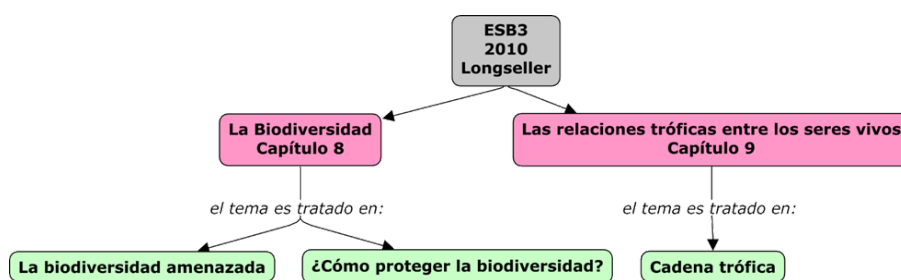


Figura 2.1. Esquema elaborado a partir del LT ESB3.

Tabla 2.2. Metodología para el análisis del contenido general de los libros de texto.

Categorías	Subcategorías de primer nivel	Subcategorías de segundo nivel
Marco conceptual	Capítulo	Tema dentro del capítulo
Formato textual	Texto	
	Ilustraciones	
	Actividades	
Jerarquía textual	Texto principal	
	Lectura complementaria	
	Paratextos o textos auxiliares	
Definición de términos		
Uso de sinónimos y expresiones para referirse a las especies exóticas e invasiones biológicas		
Profundidad en el tratamiento del proceso de invasión biológica		Grilla de análisis (Tabla 2.3.)
Ejemplos de especies invasoras	Ejemplos de especies exóticas invasoras en Argentina	Mamíferos
		Aves
		Anfibios
		Peces
		Invertebrados
		Plantas
		Microorganismos
Ejemplos de especies exóticas invasoras fuera de Argentina		
Ejemplos de especies nativas que han causado invasiones		
Ejemplos de interacciones entre especies exóticas invasoras y nativas	Entre mamíferos exóticos y especies nativa	Mamífero-mamífero
		Mamífero-planta
		Mamífero-ave
	Entre aves exóticas y nativas	Aves-aves
	Entre peces exóticos y nativos	Peces-peces
	Entre invertebrados exóticos y nativos	
Entre plantas exóticas y nativas	Planta-planta	
Acciones de manejo sobre las especies exóticas y las invasiones biológicas	Prevención	
	Control biológico	
	Control físico	
Inconsistencias y contradicciones que presentan los LT al tratar los temas de especies exóticas e invasiones biológicas		

4.2.1.2 Formato

El análisis de esta variable permite identificar el formato en que se incluyó la temática de estudio, si se hallaba en el formato texto, en ilustraciones o en actividades (Figura 2.2.). En el caso de aparecer en ilustraciones o en actividades se realizó un análisis más profundo (apartados 4.2.2. y 4.2.3. de Metodología).



Figura 2.2. Formatos presentes en los LT analizados. A. Texto. B. Ilustración. C. Actividades.

4.2.1.3 Jerarquía textual

En relación a esta variable se analizó la jerarquía textual utilizada por las editoriales en el tratamiento de las temáticas referidas. Se determinaron tres niveles (modificados de Occelli, 2013) (Figura 2.3.):

1. Mención dentro del texto principal del capítulo.
2. Lectura complementaria.
3. Paratextos o textos auxiliares fuera del texto principal en apartados al margen de la página.

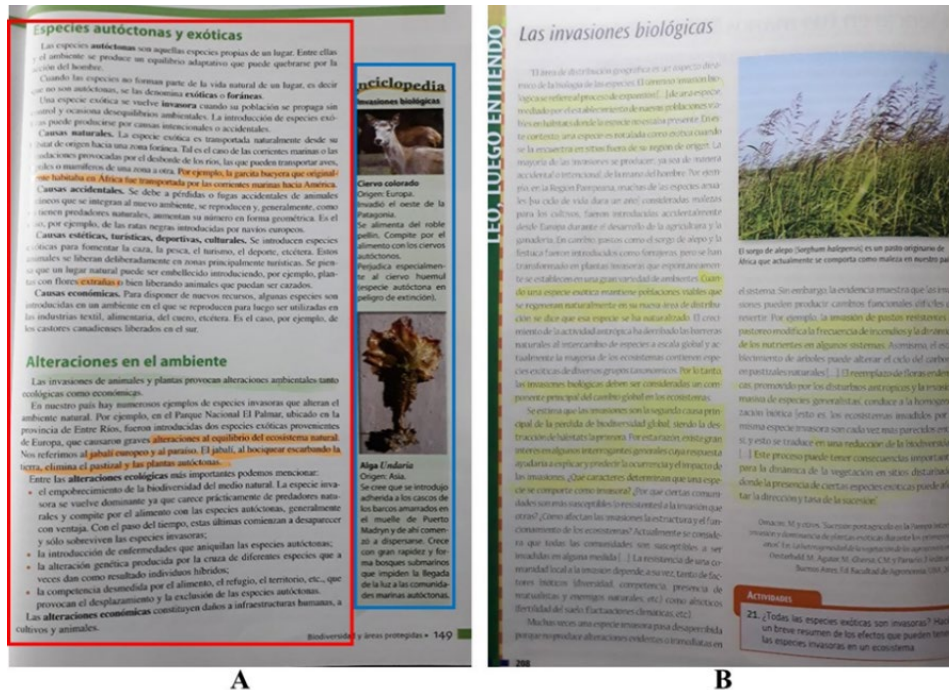


Figura 2.3. Jerarquías textuales encontradas en los libros de texto analizados. **A.** En recuadro rojo: mención dentro del texto principal del capítulo. Recuadro azul: tratamiento del tema en un paratexto. **B.** Conceptualización de las invasiones biológicas en una lectura complementaria extraída del libro ESS4.

4.2.1.4 Definición de términos

Se analizó si los LT aportan definiciones de los términos especie exótica, invasión biológica, especie invasora y especie autóctona o nativa, o sólo hacían mención de los términos. Este aspecto permitió identificar la presencia o ausencia de definiciones de los términos y expresiones al tratar la temática de las invasiones biológicas y las especies exóticas.

4.2.1.5 Uso de sinónimos y expresiones para referirse a las EE e IB

Se analizó si los LT utilizan varios términos o expresiones para referirse a las especies exóticas (EE) e invasiones biológicas (IB). Se buscaron los diferentes términos que los LT utilizan para referirse a esta temática. Para ilustrar la variedad de términos hallados y su mayor o menor presencia, se confeccionaron nubes de palabras, utilizando WordArt (<https://wordart.com/chsx60vsgyn1/nube-de-palabras>).

4.2.1.6 Profundidad de tratamiento del proceso de invasión biológica

La profundidad del tratamiento de las especies exóticas y las invasiones biológicas puede ser muy variable, puede ir desde la simple mención de una palabra (e.g., exótica o invasión) hasta presentar gran complejidad en su abordaje. Teniendo en cuenta este aspecto,

se elaboró una grilla de análisis que contiene diferentes categorías, las mismas se construyeron considerando el criterio que tiene en cuenta las diferentes etapas del proceso de invasión biológica tales como, la introducción, el establecimiento, la dispersión y el impacto potencial de las especies exóticas invasoras (Tabla 2.3.).

Tabla 2.3. Categorías y subcategorías de análisis de la conceptualización del proceso de invasión biológica presente en los libros de texto.

Categorías de análisis	Sub-categorías
Introducción voluntaria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comercio ilegal de mascotas, plantas ornamentales. 2. Actividades forestales, agrícolas y ganaderas. 3. Control biológico de plagas. 4. Actividad cinegética (caza) y pesca. 5. Elaboración de indumentaria, cuero y piel de animales. 6. Liberación y escape de especies exóticas.
Introducción involuntaria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Agua de lastre y bioincrustación. 2. Cargamentos de productos agrícolas y ganaderos.
Invasividad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capacidad reproductiva. 2. Expansión de la especie exótica. 3. No todas las especies exóticas pueden ser invasoras.
Invasibilidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ausencia de enemigos naturales. 2. Elevada disponibilidad de alimento.
Impacto ecológico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Compite, desplaza, extingue a las especies nativas. 2. Alteran el ambiente. 3. Altera el equilibrio de los ecosistemas. 4. Altera cadenas y redes tróficas. 5. Se convierte en plaga. 6. Pérdida de biodiversidad 7. Hibridación.
Impacto sanitario	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contagio de enfermedades.
Impacto económico	<ol style="list-style-type: none"> 2. Deterioro de sistemas de riego, cables de TV, teléfonos, etc. 3. Plantaciones de frutales 4. Plantas de toma de agua y de centrales hidroeléctricas.

4.2.1.7 Ejemplos de especies invasoras

Se analizó cuáles son los ejemplos de especies exóticas o nativas que producen invasiones utilizados en los manuales. En este aspecto se identificó el grupo taxonómico al que pertenecían las especies utilizadas como ejemplos (e.g., Mamíferos o Aves); también si estos estaban referenciados para la Argentina o para otras partes del mundo. Se siguió el esquema clasificatorio del *Catalogue of Life Annual Checklist* (<http://www.catalogueoflife.org>). Para ilustrar la variedad de especies halladas y su mayor o

menor presencia, se confeccionaron nubes de palabras, utilizando WordArt (<https://wordart.com/chsx60vsgyn1/nube-de-palabras>).

4.2.1.8 Ejemplos de interacciones entre especies exóticas invasoras y nativas

Los ejemplos de interacciones establecidas entre una especie exótica invasora y una nativa también fueron consideradas. Del mismo modo que se procedió con el análisis de los ejemplos de las EE, para las interacciones se siguió el esquema clasificatorio propuesto por el *Catalogue of Life Annual Checklist* (<http://www.catalogueoflife.org>).

4.2.1.9 Acciones de manejo sobre las especies exóticas y las invasiones biológicas

Se identificó si los LT tratan o no (presencia o ausencia) las acciones de manejo o gestión de las especies exóticas invasoras. Para realizar este punto se buscaron diferentes menciones vinculadas con la prevención y con el control biológico y físico de estas especies.

4.2.1.10 Inconsistencias y contradicciones que presentan los LT al tratar los temas de especies exóticas e invasiones biológicas

Se buscó, en el texto principal, imágenes y actividades vinculadas con las EE e IB la presencia de inconsistencias, contradicciones o información poco precisa que pueda causar confusión en los estudiantes.

4.2.2 Metodología para el análisis de las imágenes

Las imágenes constituyen un componente fundamental en los libros de texto, ya que, al realizar el tratamiento de contenidos científicos adquieren gran relevancia, debido a que son una de las formas semióticas que puede tomar el lenguaje de las ciencias (Lemke, 2002). En este sentido, en cada unidad de muestreo (LT) se identificaron las imágenes utilizadas para ilustrar el tratamiento relacionado con las especies exóticas y las invasiones biológicas, ya sea en el cuerpo del texto o en las actividades propuestas. Debido a que en algunas ocasiones las imágenes de especies exóticas se presentaron junto con imágenes de especies nativas, estas también fueron incorporadas al análisis.

Para el análisis de las imágenes se determinaron 6 categorías de estudio, en las cuales se identificaron diferentes subcategorías, según lo establecido en la bibliografía (Tabla 2.4.): i) el grado de iconicidad, si eran ilustraciones (fotografías y dibujos), diagramas verbales (mapas conceptuales o tablas y esquemas) o representaciones cuantitativas, ii) su relación

con el texto principal (connotativa, denotativa y sinóptica), iii) la presencia de etiquetas verbales (presencia o ausencia), iv) si eran imágenes simples o dobles, v) la funcionalidad de las ilustraciones (decorativa, ilustrativa, explicativa o complementaria) y vi) el contenido de las imágenes.

Tabla 2.4. Categorías establecidas para analizar las imágenes presentes en los LT.

Categorías	Subcategorías de primer nivel	Subcategorías de segundo nivel	Referencia
Grado de iconicidad	Ilustraciones	Fotografías	López-Manjón y Postigo (2014)
		Dibujos figurativos	
	Diagramas verbales	Mapas conceptuales	
		Tablas y esquemas	
Representaciones cuantitativas	Tablas numéricas, gráficos de líneas, barras, sectores.		
Relación con el texto principal	Connotativa		Perales y Jiménez (2002)
	Denotativa		
	Sinóptica		
Etiquetas verbales	Sin etiqueta verbal		Perales y Jiménez (2002)
	Con etiqueta verbal		
Imágenes simples o dobles	Individuales		Pozzer y Roth (2003)
	Dobles		
Funcionalidad de las ilustraciones	Decorativa		Pozzer y Roth (2003)
	Ilustrativa		
	Explicativa		
	Complementaria		
Contenido de las imágenes			Perales y Jiménez (2002)

4.2.2.1 Grado de iconicidad

El grado de iconicidad es definido como el grado de realismo de una imagen comparado con el objeto que representa; es el concepto opuesto a la abstracción, de modo que cuanto más abstracta es una imagen menos icónica resulta (Matus, Benarroch y Perales, 2008). Según la escala de iconicidad elaborada por Moles (1973), el objeto real o referente físico tiene el mayor nivel de iconicidad y la palabra que lo menciona tiene iconicidad nula o cero; entre estos dos extremos existen diferentes modos de representación del objeto con grados intermedios de iconicidad. Las imágenes que tienen iconicidad alta son las más semejantes al objeto que representan, por ejemplo, una fotografía; por su parte las que

presentan iconicidad baja son las que se alejan más de la realidad, son menos semejantes a lo que representan y poseen nulo grado de iconicidad, por ejemplo, una fórmula química. En términos de Artola (2016), el isomorfismo, es decir, su semejanza o igualdad respecto al referente imitado y sus características, varía dentro de una amplia escala. Al respecto, Grilli, Laxague y Barboza (2015) expresan:

“Como gráfico realista que es, la iconicidad de un dibujo científico es alta. La iconicidad es una magnitud opuesta a la abstracción: el objeto tal cual es posee una iconicidad total, y la palabra que lo designa posee iconicidad nula. A mayor iconicidad más se confunde con la realidad, mayor parecido con la misma” (p. 97).

Para la clasificación de las imágenes se siguió lo propuesto por López-Manjón y Postigo (2014), debido a la naturaleza de la temática analizada, no se incluyeron los tipos correspondientes a imagen técnica (*e.g.*, microfotografía, ecografía y radiografía) y a diagramas visuales de estructura y de proceso. Así, las categorías de análisis de las imágenes fueron: i) Ilustraciones (fotografías y dibujos), ii) Diagramas verbales (mapas conceptuales, tablas y esquemas) y iii) Representaciones cuantitativas.

i) Ilustraciones: Fotografías y Dibujos

Fotografías: Reproducen todos los elementos externos del fenómeno representado. Su objetivo habitual es ilustrar (Figura 2.4.).



Figura 2.4. Fotografía de la ardilla vientre rojo (*Callosciurus erythraeus*) presente en ESB1.

Dibujos: Representaciones icónicas que muestran una correspondencia analógica respecto al fenómeno representado. Son selectivos: recogen algunos aspectos del objeto y su objetivo suele ser ilustrativo o decorativo (Figura 2.5.).



Figura 2.5. Dibujo de castor (*Castor canadensis*) presente en ESS7.

ii) Diagramas verbales: Mapas conceptuales y Tablas y esquemas

Mapas conceptuales: Representan una organización espacial de información verbal, representando interrelaciones entre distintos conceptos de formas explícita y esquemática con diversos elementos gráficos. Expresan relaciones jerárquicas entre conceptos en el espacio a través de palabras clave y líneas (Figura 2.6.).

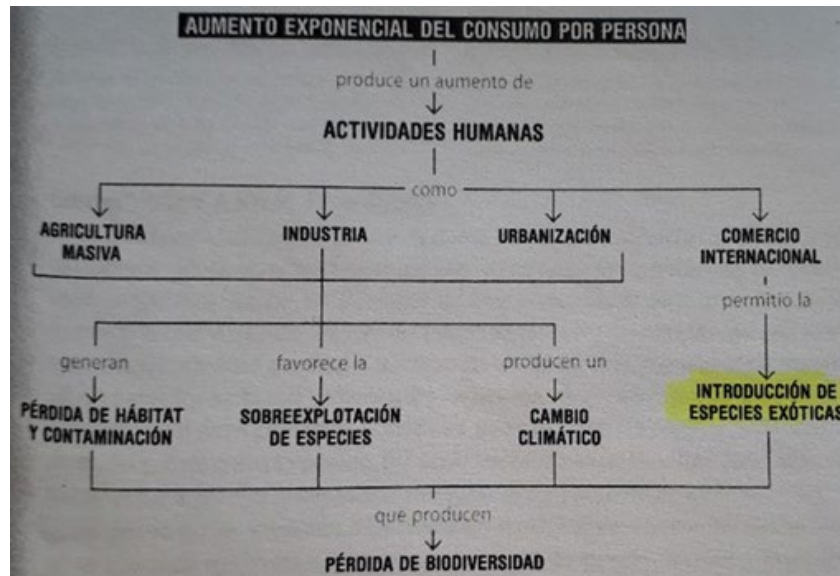


Figura 2.6. Mapa conceptual presente en el LT ESB23.

Tablas y esquemas: Representan las interrelaciones entre distintos contenidos conceptuales de forma explícita y esquemática con diversos elementos gráficos. Expresan diversos tipos de relaciones a través de llaves, cuadros o flechas, y también pueden representar una sucesión o cadena de hechos o sucesos (Figura 2.7.).



Figura 2.7. A. Ejemplo de una tabla presente en ESB24. B. Esquema presente en ESS8.

iii) Representaciones cuantitativas

Presentan la relación numérica o cuantitativa que existe entre dos o más variables a través de distintos elementos (*e.g.*, líneas, barras, sectores y tablas). Por ejemplo, las tablas de datos y gráficas numéricas (Figura 2.8.).

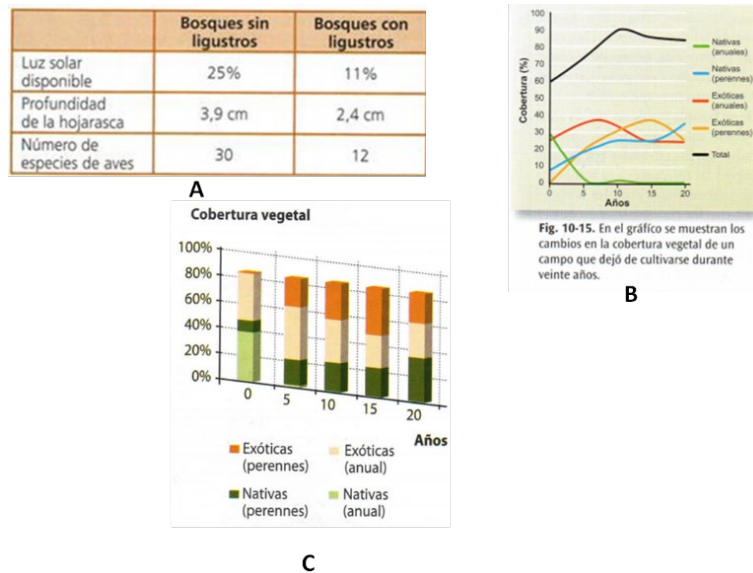


Figura 2.8. A. Ejemplo de tabla numérica presente en ESB12. B. Gráfico de líneas presente en ESS4. C. Gráfico de barras presente en ESS14.

4.2.2.2 Relación con el texto principal

Para analizar la vinculación entre las imágenes y el texto se siguió la clasificación propuesta por Perales y Jiménez (2002), quienes discriminan a las mismas en connotativas, denotativas y sinópticas.

i) Connotativa: Los contenidos son abordados en el texto, pero no se establece correspondencia con los elementos incluidos en la figura, puesto que se supone que las relaciones entre ambos son obvias y las puede establecer el lector (Figura 2.9.).



Figura 2.9. Imagen de tipo connotativa, en el texto se describen los contenidos sin establecer algún tipo de correspondencia con la imagen. Hallada en el LT ESB2.

ii) Denotativa: Se establece una correspondencia entre el texto y los elementos de la imagen (Figura 2.10.).

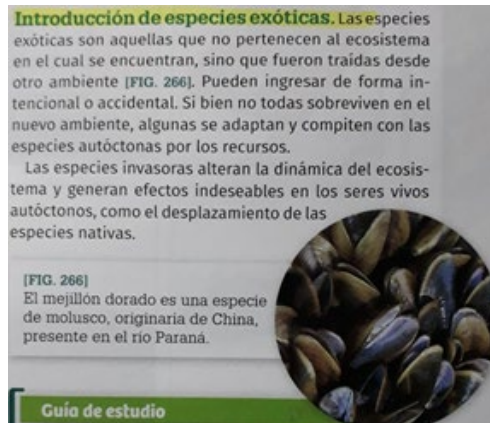


Figura 2.10. Imagen de tipo denotativa en la que se establece relación entre el texto y la imagen (se observa una llamada que remite a la fotografía de la especie mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*). Hallada en LT ESB29.

iii) Sinóptica: El texto describe la correspondencia entre los elementos de la ilustración y los contenidos representados, y establece, además, las condiciones bajo las cuales las relaciones entre los elementos incluidos en la ilustración representan las relaciones con los contenidos del texto. De esta manera, la imagen y el texto establecen una unidad indivisible (no fueron incluidas en el análisis debido a que no se hallaron este tipo de imágenes en los LT).

4.2.2.3 Etiquetas verbales

Son los textos incluidos en las figuras, ya sea sobre la propia imagen o como un pie de esta, que tienen la función de favorecer su interpretación (Perales y Jiménez 2002). El vínculo entre el texto y las imágenes no depende sólo de la cercanía que tengan entre sí en la página del texto, sino que también está reforzado por la presencia de anotaciones verbales que establecen una relación fundamental, ya que participan del contenido presentado por el texto y al mismo tiempo están incluidas en el espacio de la figura (Pérez de Eulate, Llorente y Andrieu, 1999). Las categorías establecidas para este análisis fueron: i) Sin etiquetas y ii) Con etiquetas, diferenciando, en este caso si la etiquera era nominativa o realacional, según la categorización de Perales y Jiménez (2002).

i) Sin etiqueta verbal: La ilustración no contiene ningún texto (Figura 2.11).



Figura 2.11. Imagen sin etiquetas verbales. Fotografía de la paloma doméstica (*Columba livia*) presente en el LT ESB27.

ii) Con etiqueta verbal: La ilustración contiene una etiqueta verbal, que puede ser nomintiva o relacional:

- **Etiquetas verbales nominativas:** Las imágenes poseen letras o palabras que identifican algunos elementos de la ilustración (Figura 2.12.).



Ligustro.

Figura 2.12. Imagen con etiquetas verbales nominativas. Imagen de una planta de ligustro presente en el LT ESB24.

- **Etiquetas verbales relacionales:** Las imágenes poseen textos que describen las relaciones entre los elementos de la ilustración (Figura 2.13.).



Figura 2.13. Ejemplo de figura relacional, extraída del texto ESB11.

4.2.2.4 Imágenes individuales y dobles

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.

Las fotografías organizadas de a pares permiten hacer comparaciones externas si las fotografías representan imágenes diferentes, por ejemplo, en el caso de las fotografías donde se observa una especie exótica y una nativa. También permiten hacer comparaciones internas, cuando la segunda imagen muestra un detalle ampliado dentro de la primera, permitiendo que ambas se complementen (Figura 2.14), por ejemplo en el caso de las fotografías donde se observa una planta completa y un detalle ampliado de sus frutos, de este modo, las dos fotografías permiten al lector identificar la planta tal como se vería en la naturaleza, y al mismo tiempo prestar atención al detalle específico de los frutos. Pozzer y Roth (2003) denominan a estas fotografías como complementarias, ya que la segunda fotografía pasa a formar parte de la primera, como un detalle de mayor magnitud.

Por el contrario, una sola fotografía sólo puede proporcionar comparaciones internas (Pozzer y Roth, 2003).

Teniendo en cuenta estos aspectos, también se analizó la forma en que se presentaron las fotografías en: individuales y dobles.



Figura 2.14. Ejemplo de una fotografía doble complementaria presente en ESB18. La primera fotografía muestra una planta de arce blanco (*Acer pseudoplatanus*); la segunda fotografía los frutos de la misma planta.

4.2.2.5 Funcionalidad de las ilustraciones

Las ilustraciones son representaciones gráficas que presentan una abundancia destacada en los LT, por encima de otros tipos de representaciones. En concreto, las fotografías constituyen un aspecto importante de los LT de ciencias de la escuela secundaria. Por estos motivos se analizó la función de las mismas en los manuales de ambos niveles, siguiendo la clasificación propuesta por Pozzer y Roth (2003), en: Decorativa, ilustrativa, explicativa y complementaria.

i) Función decorativa: Las fotografías con función decorativa son las que no se mencionan en el texto principal y no incluyen etiquetas verbales (Figura 2.15.).



Figura 2.15. Ejemplo de una fotografía con función decorativa hallada en el LT ESS10.

ii) Función ilustrativa: Las fotografías incluidas en esta categoría incluyen una leyenda que nombra o describe lo que el lector debe ver en la fotografía, pero la leyenda no proporciona información adicional al texto principal (Figura 2.16.).



► Liebre común (*Lepus europaeus*), ampliamente distribuida por el mundo en diversas poblaciones.

Figura 2.16. Ejemplo de una fotografía con función ilustrativa hallada en el LT ESS16.

iii) Función explicativa: Esta categoría incluye fotografías con subtítulos que proporcionan una explicación o una clasificación de lo que se representa en las fotografías. Los subtítulos no solo nombran el objeto o fenómeno de la fotografía, sino que también agregan información sobre este objeto o fenómeno (Figura 2.17.).



Diques contruidos por los castores en Tierra del Fuego.

Figura 2.17. Ejemplo de una fotografía con función explicativa hallada en el LT ESB24.

iv) Función complementaria: Las fotografías con función complementaria son las que están asociadas a subtítulos o textos que agregan nueva información sobre el tema tratado en el texto principal, que no ha sido mencionada y ayuda a los lectores a comprender mejor el concepto biológico que se enseña (Figura 2.18.).



La rosa masqueta es un arbusto traído de Europa e introducido en la Patagonia argentina. Sus semillas y frutos son muy apreciados para la elaboración de aceites cosméticos, dulces y té. Para introducir esta especie, se desmontaron extensos bosques y se eliminaron gran variedad de plantas. Su rápida extensión por los claros de bosques y su capacidad de trepar por las ramas de otros árboles impiden que otras especies se desarrollen a su alrededor. Por esta razón, en la actualidad, esta planta es considerada una plaga.

Figura 2.18. Ejemplo de fotografía complementaria presente en ESS3.

4.2.2.6 Contenido de las imágenes

Otro aspecto valorado en las imágenes es el relacionado con el contenido científico comprendido o subyacente a las mismas. En las imágenes, el contenido científico 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 sobre las especies exóticas y las invasiones biológicas se analizó teniendo en cuenta lo representado en cada una de ellas. En el caso de que la imagen representara claramente a un individuo o a varios de ellos, se identificó el grupo taxonómico al que pertenecían; por ejemplo, si un organismo correspondió al Reino animal como grupo taxonómico más alto, luego se buscó el nombre científico según el esquema clasificatorio del *Catalogue of Life Annual Checklist* (<http://www.catalogueoflife.org>); además se buscó la presencia de errores técnicos o científicos incluidos en las ilustraciones o sus etiquetas verbales. También se examinaron las fotografías que mostraban ambientes alterados por las especies exóticas, y los diagramas verbales (mapas conceptuales, tablas, cuadros sinópticos y esquemas) y las representaciones cuantitativas (gráficos) incluidos en los manuales.

Para el análisis de los gráficos se tuvo en cuenta, por un lado, el formato o tipo elegido por la editorial; en este sentido se consideró si se trataba de un gráfico de barras, de líneas, histogramas, etc. También se analizó la información que se encuentra dentro de las gráficas, se buscó la presencia de escalas, nombres de los ejes, títulos, entre otras. Estos aspectos, según García (2005) constituyen el volumen de información dentro de una gráfica.

4.2.3 Metodología para el análisis de las actividades

Se entiende por actividad de aprendizaje toda propuesta que implique que el alumno realice algún tipo de actividad, ya sea mental o física, y que tenga como propósito promover el aprendizaje por parte de los estudiantes de los contenidos abordados (García-Rodeja, 1977). Una vez que se identificó la presencia de las actividades en cada una de las unidades

de muestreo (LT), se procedió a escanear (Figura 2.19.) cada una de ellas para incorporarlas a un *dossier* que contiene la información correspondiente a todos los libros de texto.

Para el análisis de las actividades se tuvo en cuenta:

1. Tipo de resolución: Si la actividad era de resolución individual o grupal,
2. Ubicación dentro del capítulo, bloque o sección: Si la misma se encontraba al inicio, en el desarrollo del texto principal o al final del capítulo,
3. Asociación a lecturas complementarias: Si la actividad estaba o no asociada a lecturas complementarias y
4. Procedimientos promovidos por la actividad.

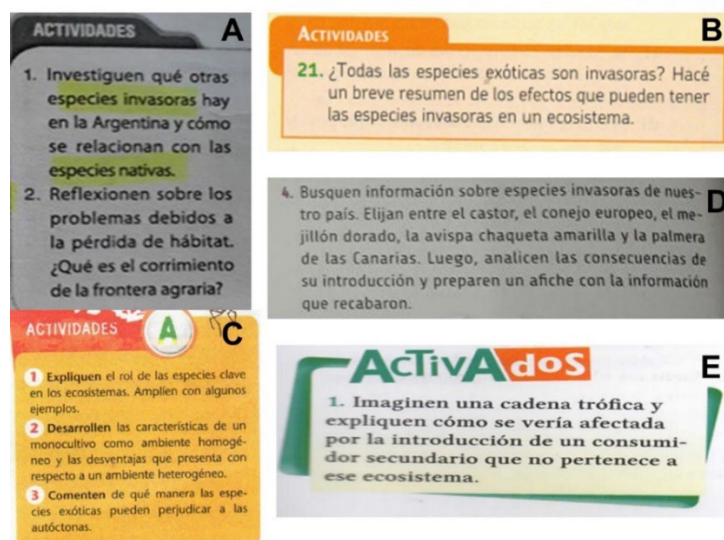


Figura 2.19. Ejemplos de actividades presentes en: **A.** ESB23. **B.** ESS4. **C.** ESB26. **D.** ESB30.

Para identificar los tipos de procedimientos promovidos por las actividades, se siguió la categorización propuesta por Martínez Losada y García Barros (2003), con adaptaciones a los intereses de este estudio (Tabla 2.5.). Según esta categorización, se registró la presencia o ausencia de las diferentes dimensiones y categorías, y se calculó la frecuencia de aparición de cada una de ellas.

Tabla 2.5. Procedimientos analizados en las actividades (Adaptado de Martínez Losada y García Barros, 2003).

Dimensión	Categorías
Comunicación de la información	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elaborar informes, resúmenes. 2. Discutir, debatir, opinar, justificar, argumentar, explicar. 3. Murales, esquemas, dibujos y modelos 4. Palabras/frase 5. Construcción de tablas y gráficos
Interpretación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hechos, fenómenos, situaciones 2. Datos numéricos o tablas 3. Gráficos
Buscar información	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación y selección de información relevante en una fuente concreta (informantes, libros, Internet, etc.)
Organizar la información	<ol style="list-style-type: none"> 1. Descripción simple 2. Establecer relaciones 3. Ordenar, Clasificar 4. Establecer diferencias y semejanzas 5. Identificar características
Planificación del proceso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Emisión de hipótesis, inferir, deducir, predecir 2. Identificación o control de variables 3. Gestión, diseño de propuestas
Observación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Directa e Indirecta
Elaboración de conclusiones	<ol style="list-style-type: none"> 1. Derivación de conclusiones a partir de información analizada.

4.3 Análisis estadístico de los datos

En cada unidad de registro (LT) se consignó la presencia (1) o ausencia (0) de las diferentes categorías y subcategorías establecidas, ya sea para el análisis del contenido general, de las imágenes o de las actividades; luego se determinó la distribución de frecuencias absolutas y relativas porcentuales, es decir, cuántas veces ocurren cada una de las categorías y subcategorías (variables) en cada libro de texto.

El análisis estadístico de la información cuantitativa consistió en el cálculo de frecuencias de las variables categóricas correspondientes a los diferentes contenidos analizados. Se compararon las proporciones de presencia/ausencia mediante pruebas binomiales, esta prueba de bondad de ajuste permite averiguar si una variable dicotómica (presencia/ausencia) presenta discrepancias entre una distribución de frecuencias observadas y esperadas por azar (0,5). Para determinar independencia, (prueba de independencia de atributos) entre los libros de texto de los dos niveles educativos (ESB y ESS) y las variables de respuestas para cada categoría y subcategoría de análisis, se realizaron pruebas de Chi-cuadrado para tablas de contingencia. Esta prueba se acepta si no hay más del 20 % 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.

Para medir el grado de asociación entre las variables se utilizó el coeficiente phi para variables dicotómicas y el coeficiente de contingencia para las tablas con filas o columnas mayores que 2. Para saber la intensidad de la relación entre dos variables, los valores de significación se interpretaron siguiendo a Sáez Rosenkranz (2016), este autor propone diferentes niveles de asociación para interpretar los datos estadísticos: Nivel de asociación muy bajo para valores entre 0,00-0,20; nivel bajo de 0,21-0,40; nivel moderado 0,41-0,60; nivel alto de 0,61-0,80 y nivel de asociación muy alto de 0,81-1. Para identificar las asociaciones entre categorías de variables, también se examinaron los residuos tipificados corregidos (RTC), estos permiten saber cuál es el sentido de la asociación o de las diferencias entre ambas variables. De este modo, si se utiliza un nivel de confianza de 0,95, se puede afirmar que los residuos mayores de 1,96 evidencian casillas con más casos de los que debería haber si las variables bajo análisis fueran independientes; mientras que residuos menores de -1,96 revelan casillas con menos casos de los que debería haber si las variables estudiadas fueran independientes (López Roldán y Fachelli, 2015).

Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para grupos independientes para detectar diferencias entre variables discretas (*e.g.*, número de sinónimos y frases sobre especies exóticas e invasiones biológicas y número de capítulos en los que se incluyen temas sobre especies exóticas e invasiones biológicas) en los dos grupos de LT como variables de agrupación (ESB y ESS). Esta prueba se utilizó debido a que los datos no cumplían con el supuesto de normalidad (p -valor $< 0,05$, prueba de Shapiro-Wilk).

Con el objeto de identificar aquellos LT que presentaran la conceptualización de las invasiones biológicas más completa, es decir, los que hayan empleado mayor cantidad de categorías (variables) de análisis correspondientes al proceso de invasión (Tabla 2.6.), se realizó un análisis multivariado de correspondencias múltiples (ACM); esta prueba, permite identificar similitudes y diferencias en las unidades de análisis (LT) a través de representaciones gráficas construidas a partir de un análisis de la estructura que surge de la interrelación entre las características observadas (Baranguer, 2009).

Tabla 2.6. Categorías utilizadas para el análisis multivariado de correspondencias múltiples (ACM) relacionadas con el proceso de invasión biológica.

Categorías o variables	Modalidad de la categoría o variable	Valor	Siglas usadas en el ACM
Introducción voluntaria	Presencia	1	VOL 1
	Ausencia	0	VOL 0
Introducción involuntaria	Presencia	1	INVOL 1
	Ausencia	0	INVOL 0
Invasividad	Presencia	1	CEE 1
	Ausencia	0	CEE 0
Invasibilidad	Presencia	1	CAMB 1
	Ausencia	0	CAMB 0
Impacto ecológico	Presencia	1	IECOL 1
	Ausencia	0	IECOL 0
Impacto sanitario	Presencia	1	ISAN 1
	Ausencia	0	ISAN 0
Impacto económico	Presencia	1	IECON 1
	Ausencia	0	IECON 0

La finalidad del ACM es resumir un espacio de propiedades generando nuevas variables-resumen, las que reciben el nombre de factores (o ejes) y que ponen de manifiesto las diferencias entre las unidades de análisis (LT) de acuerdo con las combinaciones de las características que presentan. De esta manera, las tablas se transforman en gráficos o diagramas en los cuales es posible visualizar las distancias entre modalidades o categorías, y entre LT en los espacios originales. De ahí que, los LT que posean características parecidas se mostrarán más próximos en el espacio y, a su vez, cada una de las categorías (variables) se localizará en el espacio de los LT. De este modo, aquellas que estén asociadas presentarán coordenadas similares (Algañaraz Soria, 2016).

En el ACM los datos se ordenan en una tabla denominada tabla disyuntiva completa, en la que en cada fila corresponde a una unidad de análisis (LT) y cada columna a una modalidad de la variable. Para cada modalidad, su presencia o ausencia en un LT es representada por un 1 o 0 según corresponda. De este modo, la suma de los números de cada fila es siempre la misma y resulta igual al número de variables. En cambio, la suma de cada columna nos informa acerca del número de unidades de análisis que presentan en una modalidad en particular (Baranguer, 2009).

El gráfico producido por el ACM, que se denomina *biplot*, consta de dos ejes en los cuales la categoría “fila” y “columna” están representadas por puntos diferentes. En este gráfico, el primer eje o factor está significado en el eje horizontal y el segundo en la ordenada. De esta manera, si dos LT aparecen con coordenadas similares en ambos ejes se debe a que presentan características semejantes. Del mismo modo, si dos categorías aparecen próximas en el plano, es por encontrarse asociadas, en general, con las mismas categorías de las restantes variables, y porque se encuentran presentes globalmente en el mismo conjunto de LT.

En el ACM la inercia total depende únicamente del número de variables y modalidades, y el valor es igual a $(k/p)-1$, donde K representa el número de las modalidades y p el número de variables o categorías (Baranguer, 2009). En este trabajo de tesis se utilizaron 7 variables dicotómicas vinculadas al proceso de invasión biológica (Tabla 2.6.), por tratarse de datos dicotómicos (presencia=1, ausencia= 0), las modalidades que pueden tomar estas variables son 14, de esta manera la inercia total será igual a 1 ($14/7-1=1$). La totalidad de dimensiones que se alcanzan en un ACM es igual a la cantidad total de modalidades ($K=14$) menos el número de variables cualitativas ($p=7$) involucradas en el análisis, en este caso, $K-p=14-7=7$. Las dimensiones que se tienen en cuenta para el análisis son aquellas que contribuyen con un porcentaje adecuado de la inercia total del conjunto completo de datos.

En las técnicas de análisis multivariado, tanto los individuos (LT) como las modalidades pueden tener un rol activo o ilustrativo, en el primer caso, los individuos y las modalidades son los que intervienen en la generación de los factores del ACM. En cambio cuando son ilustrativos o suplementarios no contribuyen a la construcción del espacio factorial y sólo son proyectados en este. En este trabajo de tesis se construyó un índice de complejidad que se utilizó como variable adicional o suplementaria. Para la construcción del índice se siguió lo propuesto por Baranguer (2009); el índice se obtiene de sumar los puntajes que cada LT obtuvo en cada una de las modalidades de las variables incluidas en la Tabla 2.6. De este modo, un LT puede ser caracterizado mediante un único valor numérico comprendido entre 0 y 7, que está resumiendo su posición en el espacio de propiedades. De este modo se establecieron grupos de acuerdo a su complejidad en relación a la cantidad de puntos (variables o categorías empleadas) (Tabla 2.7.).

Tabla 2.7. Índice de complejidad en la conceptualización del proceso de invasión biológica.

Grupo	Complejidad	Puntos
A	Alta	7-6
B	Media	5-4
C	Baja	3-2
D	Muy baja	1

Los datos fueron procesados con el programa SPSS (IBM, Statistics versión 25) y se tomó un nivel de significancia del 5 %.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la presente tesis doctoral permiten conocer cómo se desarrollan los contenidos textuales y gráficos sobre especies exóticas (EE) e invasiones biológicas (IB) en libros de texto del área de Ciencias Naturales y Biología de la Escuela Secundaria Básica (ESB) y la Escuela Secundaria Superior (ESS) de la provincia de Buenos Aires, a través del análisis del contenido general, de las imágenes y de las actividades .

5.1 Análisis y discusión del contenido general de los libros de texto

Los resultados del análisis del contenido general sobre EE y IB en los LT indican que no existen diferencias entre los textos de los dos niveles educativos (ESB y ESS) para las categorías analizadas.

5.1.1 Marco conceptual en cuyo contexto se aborda el tema de las especies exóticas (EE) y las invasiones biológicas

El análisis de los resultados indica que, los temas vinculados a las especies exóticas (EE) e invasiones biológicas (IB) se distribuyeron en 41 capítulos en los LT de Educación Secundaria Básica (ESB) y en 35 de los correspondientes a Educación Secundaria Superior (ESS). La distribución de capítulos por LT no presentó diferencias significativas en ambos niveles de textos (Med=1 ESB, Med=2 ESS; *Prueba U-Mann-Whitney*; $U=151,5$, $p\text{-valor}=0,09$). El LT de ESB que presentó mayor cantidad de capítulos con temas relativos a EE y IB fue el ESB24, que incluyó contenidos relacionados en cinco capítulos, mientras que el LT ESS9 incluyó cuatro capítulos para el desarrollo de los temas (Tabla 3.0.).

Tabla 3.0. Capítulos en los cuales se aborda la temática de las especies exóticas e invasiones biológicas en los LT de ESB y ESS.

Código del libro	Capítulo	Tema dentro del capítulo
ESB1	Relaciones tróficas	La alteración de los ecosistemas (Pág.184)
		La introducción de especies exóticas (Pág.186).
ESB2	Las relaciones tróficas (Pág. 172).	El comercio ilegal de especies (Pág.181).
		La Introducción de especies exóticas (Pág. 183).
ESB3	Biodiversidad (Pág. 127).	¿Cómo proteger la biodiversidad? (Pág. 133).
	Las relaciones tróficas entre los seres vivos (Pág. 147).	Cadena trófica (Pág.153).
ESB4	Biósfera (Pág. 89).	Redes tróficas (Pag.94).
ESB5	Poblaciones biológicas y sus cambios (Pag.118).	Flora y Fauna protegidas (Pág. 119)
	Ciencia en acción argentina (Pag.182).	La especiación y la evolución de las poblaciones (pág. 126).
		La crisis de la biodiversidad. (Pag.184 y 185).
ESB7	La función de nutrición en los seres vivos. (Pág. 19).	Las relaciones tróficas en los ecosistemas (Pág. 37)
ESB8	Interacción y diversidad en los sistemas biológicos. Los animales (Pág. 136).	Caza y Tráfico ilegal de animales (Pág. 155)
ESB10	Los seres vivos (Pág. 152).	La importancia de la biodiversidad. (Pág.168).
	Los ecosistemas (Pág. 208).	El control biológico de plagas. (Pág. 225)
ESB11	Las relaciones tróficas (Pág.150).	Alteración de cadenas y redes tróficas (Pág. 156)
		La Importancia de los ecosistemas naturales (Pág.160).
		Entretelones de la ciencia “Los invasores” habla de las ardillas de vientre rojo (Pág. 164)
ESB12	Las relaciones tróficas (Pág. 183).	Introducción de especies exóticas (Pág.185).
ESB13	Los ecosistemas (Pág. 52).	Relaciones interespecíficas. (Pág. 59)
	Biomás de la Argentina y del mundo (Pág.72).	El modelo agroexportador y el deterioro de los suelos pampeanos (Pág. 80)
		El bosque andino patagónico (Pág.83)
ESB15	Estructura y cambios de una ciuda. (Pág.147.	Los habitantes de las ciudades. (Pág.166).
		Las plantas de la ciudad (Pág.168).
	Estructura y cambios de un ambiente rural (Pág.175).	Animales domésticos (Pág.191).

Continuación Tabla 3.0. Capítulos en los cuales se aborda la temática de las especies exóticas e invasiones biológicas en los los LT de ESB y ESS.

Código del libro	Capítulo	Tema dentro del capítulo
ESB18	Los seres vivos: unidad y diversidad. (Pág. 109).	Mascotismo (Pág.120).
	Las Plantas. (Pág. 135).	Invasión de plantas y pérdida de biodiversidad (Pág.146).
	La alimentación en los ecosistemas. (Pág.165).	Las representaciones de las relaciones tróficas (Pág. 168)
		Alteraciones de las cadenas tróficas. Introducción de especies exóticas (Pág. 172)
	Control biológico de plagas (Pág.174).	
ESB19	Las transformaciones de la materia. (Pág.191).	La dinámica de los ecosistemas. Sucesión ecológica (Pág. 202)
ESB20	Clasificación de los seres vivos. (Pág.74).	Hipótesis de la extinción de especies (Pág.75)
	Las comunidades. (Pág.184).	Las relaciones interespecíficas (Pág.190).
ESB21	La diversidad de los seres vivos. (Pág. 20).	La Extinción de especies (Pág. 37)
	Dinámica y relaciones en el ecosistema. (Pág.156).	La dinámica de las poblaciones (Pág.160).
ESB22	Las relaciones tróficas en los ecosistemas. (Pág.246).	Alteraciones en las relaciones tróficas de los ecosistemas. (Pág. 258).
		Introducción de especies exóticas (Pág. 259)
ESB23	Pérdida y Conservación de la Biodiversidad. (Pág. 114)	Lucha por la conservación de la diversidad de especies. (Pág.114).
		Causas de la Pérdida de Biodiversidad. Especies invasoras (Pág.121).
ESB24	La biología y el conocimiento científico (Pág.12).	Introducción de especies exóticas (Pág. 14)
	Poblaciones (Pág.78).	Censo de árboles (Pág. 85)
	Las relaciones entre los seres vivos (Pág.94).	Relaciones interespecíficas (Pág.96)
	Biodiversidad y áreas protegidas (Pág. 142)	Áreas protegidas (Pág.146)
		Especies autóctonas y exóticas (Pág.149).
Ecosistemas urbanos (Pág.172).	Las comunidades biológicas en la trama urbana (Pág.175).	
ESB25	Biodiversidad. (Pág. 112).	La pérdida de biodiversidad. Introducción de especies exóticas (Pág. 115)
ESB26	Nutrición en los ecosistemas. (Pág.145).	Las cadenas tróficas (Pág.149)
		La alteración de la dinámica de los ecosistemas (Pág.155)

Continuación Tabla 3.0. Capítulos en los cuales se aborda la temática de las especies exóticas e invasiones biológicas en los los LT de ESB y ESS.

Código del libro	Capítulo	Tema dentro del capítulo
ESB27	Los seres vivos (Pág.10).	Control de palomas en Buenos Aires (Pág. 21)
	Las funciones vitales (Pág. 24)	Leer y escribir en ciencias (Pág. 37)
	La evolución en microorganismos, hongos y plantas (Pág. 140).	Hongos restauradores de Bosques (Pág. 153)
	La preservación de la biodiversidad (Pág.172).	Las extinciones en el presente (Pág. 176). Un jardín botánico con historias (Pág. 185)
ESB28	Las relaciones tróficas entre los seres vivos (Pág.232).	Causas de la pérdida de biodiversidad (Pág.246)
		Invasión animal (Pág. 248)
ESB29	La materia y energía en los ecosistemas (Pág. 55).	Actividades que dañan el ecosistema. Introducción de especies exóticas (Pág.167)
ESB30	Los ecosistemas (Pág. 187)	Desequilibrios peligrosos (Pág. 199)
		Los polizones de cola larga conquistaron América (Pág. 200)
ESS1	Los sistemas ecológicos (Pág.23).	La Ecología: interacción entre los organismos vivos y su ambiente (Pág.24)
		Introducción de especies exóticas (Pág. 40)
	Poblaciones y comunidades: los ecosistemas en acción (Pág.47).	Sucesión ecológica (Pág.60)
ESS2	Unidad de funciones y diversidad de estructuras nutricionales en los organismos pluricelulares (Pág.7).	El sistema digestivo (Pág.14)
ESS3	La vida en comunidad (Pág. 31).	Interacciones entre poblaciones (Pág.35)
	Ecosistemas (Pág. 51).	Un nuevo enfoque del estudio de la naturaleza (Pág.52)
	El hombre y el ambiente (Pág. 71).	Importancia de la conservación (Pág.68)
		Amenaza contra los procesos naturales (Pág.75)
		Introducción de especies exóticas (Pág.76)
		Control de plagas (Pág.84)
	El inicio de una sucesión (Pág. 198)	
ESS4	Estabilidad de los ecosistemas (Pág. 194).	Sucesiones secundarias en la llanura pampeana (Pág.204)
		Las invasiones biológicas (Pág. 208)
		Agroecosistemas ganaderos (Pág.215)
	Los ecosistemas artificiales (Pág. 212)	Análisis del flujo de energía en un campo pastoreado (Pág.219)
		Reducción de la biodiversidad (Pág.223)
		Cultivos y pastos nativos (Pág. 232)
		Biotecnología y conservación de la Biodiversidad (Pág.169)

Continuación Tabla 3.0. Capítulos en los cuales se aborda la temática de las especies exóticas e invasiones biológicas en los los LT de ESB y ESS.

Código del libro	Capítulo	Tema dentro del capítulo
ESS5	La Biotecnología y sus aplicaciones. (Pág. 154)	Los factores bióticos del ecosistema (Pág. 198)
	La estructura de los ecosistemas. (Pág.188)	Métodos alternativos para el control de plagas (Pag.253)
	Sistemas subsidiados: Los agroecosistemas. (Pág. 240)	Ventajas y desventajas de la acuicultura (Pág. 209)
ESS6	Los recursos naturales. (Pág. 202).	Recursos paisajísticos, recursos culturales y áreas protegidas (Pág. 220)
		Fauna y Flora autóctonas (Pág. 221)
	Ecosistemas agrícolas. (Pág. 222)	Aplicación y Análisis (Pág. 233)
	Ecosistemas urbanos. (Pág. 238)	Flora y fauna de la Argentina, invadidas por especies exóticas (Pág. 255)
ESS7	Nutrición y biodiversidad. (Pág.238)	Las comunidades (Pág. 180)
ESS8	Estructura y equilibrio de los ecosistemas. (Pág. 164-165).	Modelos para explicar las sucesiones (Pág.214)
	Dinámica de los ecosistemas. (Pág.209).	Los ecosistemas y sus servicios (Pág.228)
	Los agroecosistemas. (Pág.225).	Distribución de especies (Pag.14)
ESS9	Las poblaciones (Pág. 14).	¿Qué es el control biológico de plagas? (Pág.73).
	La investigación en el campo de la ecología. (Pág. 70).	Pérdida de biodiversidad (Pág.206)
	Impacto ambiental. (Pág. 192)	Control biológico de plagas (Pág.211)
	Protección del ambiente. (Pág.208)	Modificaciones del hombre en los ecosistemas (Pág. 274)
ESS10	Los agroecosistemas. (Pág.272)	Introducción de especies (Pág.275)
		Los agroecosistemas (Pág.276)
		La biodiversidad en los agroecosistemas (Pág. 278)
		Las especies introducidas (Pág. 282)
		¿Qué es una plaga? (Pág. 124)
ESS11	Las Plagas y su control. (Pág. 122)	Control Biológico. Control de especies invasoras (Pág. 131)
		Especies exóticas invasoras (Pág. 140)
ESS12	Biotecnología (Pág.123)	Tipos de sucesión ecológica (Pág. 187)
	Dinámica de los ecosistemas. (Pág.185)	Sucesión ecológica en distintos biomas (Pág. 191)
		Los ecosistemas agrícolas (Pág.195)
	Los agroecosistemas. (Pág. 195).	Los agroecosistemas y la biodiversidad (Pág.197)
		Control biológico de plagas (Pág.203)
	Agroecosistemas (Pág. 147)	

Continuación Tabla 3.0. Capítulos en los cuales se aborda la temática de las especies exóticas e invasiones biológicas en los los LT de ESB y ESS.

Código del libro	Capítulo	Tema dentro del capítulo
ESS13	Energía y materia en los ecosistemas (Pág.129).	Agroecosistemas (Pág. 156).
ESS14	Ecosistemas como sistemas abiertos (Pág.143).	Sucesión ecológica (Pág. 180/181).
	Dinámica de los ecosistemas. (Pág. 177).	Sucesiones secundarias (Pág. 186).
		Hay menos biodiversidad (Pág. 193).
	Las cadenas y redes tróficas (p.134).	
ESS15	Materia y energía en los ecosistemas (Pag.130).	Los disturbios en el ecosistema (Pág.146).
	Dinámica de los ecosistemas (Pág.144).	Estructura y dinámica de las poblaciones (Pág.225).
ESS16	Componentes estructurales de los ecosistemas (Pág.222).	Estructura y dinámica de las comunidades (P.230).
		La gran ruptura: el renacimiento (Pág.21).
ESS17	Las sociedades humanas y el ambiente: historia de una relación (Pág.9).	Jugando con fuego: la pérdida de biodiversidad (Pág.104).
	Un mundo de colores: la biodiversidad y su problemática (Pág.99).	Sobreexplotación (Pág.108).
		Introducción de especies (Pág.112).

El análisis de los libros de texto muestra que el estudio de las EE e IB se aborda en diferentes temas (Tabla 3.0.1., Anexos I y II). Concretamente las editoriales de los LT de ESB ubican los temas en capítulos que tratan aspectos ecológicos tales como: *Relaciones tróficas* (26,83 %), *Seres vivos* (14,63 %), *Biodiversidad* (14,63 %), *Ecosistemas* (12,2 %) y *Poblaciones biológicas* (4,88 %). Además se encontraron otros, que en conjunto alcanzan el 26,83 % del total de los capítulos en los cuales las las EE e IB son abordadas, estos corresponden a temáticas más diversas tales como: *Interacción y diversidad en los sistemas biológicos. Los animales, Biomas de la Argentina y del mundo, Estructura y cambios de una ciudad, Estructura y cambios de un ambiente rural, Las Plantas, Las transformaciones de la materia, Las comunidades, La biología y el conocimiento científico, Ecosistemas urbanos, Las funciones vitales, La evolución en microorganismos, hongos y plantas* (Tabla 3.0.1.).

En la colección de manuales de ESS los contenidos se incluyen en capítulos asociados a los los *Ecosistemas* (20 %), *Agroecosistemas* (17,14 %), *Poblaciones y comunidades* (11,43 %), *Dinámica de los ecosistemas* (8,57 %) y *Biotechnología y sus aplicaciones* (5,71 %). Asimismo se hallaron otros capítulos que incluyeron la temática

(37 %): *Materia y energía en los ecosistemas, Funciones de nutrición, El hombre y el ambiente, Los ecosistemas artificiales, Recursos naturales, Ecosistemas urbanos, Nutrición y biodiversidad, La investigación en el campo de la ecología, Impacto ambiental, Protección del ambiente, Las Plagas y su control, Las sociedades humanas y el ambiente: historia de una relación, Un mundo de colores: la biodiversidad y su problemática* (Tabla 3.0.1.).

A partir de estos resultados se puede apreciar que las temáticas donde se encuentran tratados los contenidos bajo estudio es diversa; en este sentido, se observa que la mayor parte de los LT correspondientes al nivel ESB, incluyen estos conceptos en tópicos vinculados con aspectos ecológicos como las relaciones tróficas en el ecosistema y la conservación de la biodiversidad, resultados que coinciden con lo expresado por Campos, Bermúdez, Díaz y Vilches (en prensa). Las interpretaciones de los temas en cuestión están vinculados a las interacciones entre los organismos, como ejemplo de alteración de las cadenas y redes tróficas, textos que incluyen la competencia con especies nativas; también se encuentran textos que vinculan al ser humano con el ambiente, tal es el caso de la caza y tráfico de animales como mascotas y extinción de especies. Si bien en los documentos curriculares para el primer año de la ESB de Ciencias Naturales (DGCyE, 2006) no se indica de manera explícita el concepto especie exótica o las invasiones biológicas, los temas que se proponen en dicha normativa (*e.g.*, Los seres vivos como sistemas abiertos que intercambian materia y energía, en particular los que tratan las relaciones tróficas entre los seres vivos) brindan un espacio contextual apropiado para que se desarrollen estas temáticas (Campos *et al.*, en prensa).

Tabla 3.0.1. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, sobre los capítulos en que se incluyó el tratamiento de las especies exóticas (EE) e invasiones biológicas (IB) en los dos grupos de libros. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n: n° de capítulos con tratamiento de EE e IB.

Capítulos en los que se desarrollan los temas sobre EE y IB	ESB (n=41)
Relaciones tróficas	11 (26,83 %)
Los seres vivos	6 (14,63 %)
Biodiversidad	6 (14,63 %)
Los ecosistemas	5 (12,2 %)
Poblaciones biológicas y sus cambios	2 (4,88 %)
Interacción y diversidad en los sistemas biológicos. Los animales	1 (2,44 %)
Biomás de la Argentina y del mundo	1 (2,44 %)
Estructura y cambios de una ciudad	1 (2,44 %)
Estructura y cambios de un ambiente rural	1 (2,44 %)
Las Plantas	1 (2,44 %)
Las transformaciones de la materia	1 (2,44 %)
Las comunidades	1 (2,44 %)
La biología y el conocimiento científico	1 (2,44 %)
Ecosistemas urbanos	1 (2,44 %)
Las funciones vitales	1 (2,44 %)
La evolución en microorganismos, hongos y plantas	1 (2,44 %)
Capítulos en los que se desarrollan los temas sobre EE y IB	ESS (n=35)
Ecosistemas	7 (20,00 %)
Agroecosistemas	6 (17,14 %)
Poblaciones y comunidades	4 (11,43 %)
Dinámica de los ecosistemas	3 (8,57 %)
La Biotecnología y sus aplicaciones	2 (5,71 %)
Materia y energía en los ecosistemas	1 (2,86 %)
Funciones de nutrición	1 (2,86 %)
El hombre y el ambiente	1 (2,86 %)
Los ecosistemas artificiales	1 (2,86 %)
Recursos naturales	1 (2,86 %)
Ecosistemas urbanos	1 (2,86 %)
Nutrición y biodiversidad	1 (2,86 %)
La investigación en el campo de la ecología	1 (2,86 %)
Impacto ambiental	1 (2,86 %)
Protección del ambiente	1 (2,86 %)
Las Plagas y su control	1 (2,86 %)
Las sociedades humanas y el ambiente: historia de una relación	1 (2,86 %)
Un mundo de colores: la biodiversidad y su problemática	1 (2,86 %)

Por su parte, en los LT de ESS, los temas donde se tratan las especies exóticas e invasiones biológicas también se encuentran en capítulos destinados a diferentes cuestiones ecológicas, algunas de ellas vinculadas con la estructura y dinámica de los ecosistemas (*e.g.*, sucesión ecológica) y otras con los agroecosistemas y protección del ambiente. Considerando estos contenidos, los espacios destinados al abordaje de la sucesión ecológica resultan pertinentes para incluir a las perturbaciones que pueden darse en una sucesión por causa de la introducción de especies exóticas; en este sentido en el diseño curricular de cuarto año (DGCyE, 2010) se expresa que tanto la sucesión como la regresión ecológica son conceptos centrales. Allí se indica que, mediante el análisis de ejemplos y casos, los alumnos podrán acercarse a la idea de que la dinámica de los ecosistemas en el tiempo implica la sustitución de poblaciones y comunidades ecológicas en forma gradual o abrupta, dependiendo de las condiciones generales del ambiente; del mismo modo al referirse al control de plagas que se producen en los agroecosistemas podrían incorporarse estas nociones analizando el papel que desempeñan en la estructura y dinámica ecosistémica. Al igual que lo hallado en los manuales de ESB, estos contenidos también son mencionados cuando se hace referencia a las causas de pérdida de biodiversidad y a la alteración de cadenas alimentarias, agroecosistemas, entre otros. Tal como se propone en el diseño curricular de Biología de cuarto año (DGCyE, 2010), los LT incluyen la temática en cuestión en diferentes bloques conceptuales y contextos, tal vez por tratarse de un contenido transversal, que le otorga versatilidad al momento de ubicarlo en una secuenciación de contenidos y volverlo un objeto de enseñanza; ofrece entonces, la posibilidad de pensar algunas opciones o alternativas de abordaje variadas al incorporarlo en la selección de temas que ofrece un libro de texto de acuerdo a la estructura que han definido los autores y la editorial.

Estos resultados reflejan, que la contribución de los LT de los dos niveles educativos a la inclusión de la temática de las especies exóticas y las invasiones biológicas puede realizarse al tratar diversos contenidos, si bien esta situación provoca una dispersión de la información, es importante destacar la presencia de esta temática en los LT de Educación Secundaria.

5.1.2 Formatos en los que se presenta la información correspondiente a las especies exóticas y bioinvasiones.

Los temas relacionados con las especies exóticas y las invasiones biológicas fueron abordados en tres formatos diferentes: texto expositivo, imágenes y actividades.

En los manuales del nivel ESB, la presencia del texto expositivo (96 %, *Prueba binomial; p-valor=0,000*) y las actividades (76 %, *Prueba binomial; p-valor=0,015*) fueron los formatos que se encontraron en frecuencias significativamente altas; seguido por las imágenes, aunque su presencia no difirió significativamente del valor esperado (68 %, *Prueba binomial; p-valor=0,108*) (Tabla 3.1.). Por su parte, en los libros de ESS la presencia del texto expositivo y las imágenes fue significativamente mayor (88 %, *Prueba binomial; p-valor=0,002*); la presencia de actividades no difirió significativamente del valor esperado (65 %, *Prueba binomial; p-valor=0,332*).

En los dos grupos de manuales, se encontraron más de la mitad de libros de texto en los que abordaron los temas bajo los tres formatos, aunque no se observaron diferencias significativas (52 % en ESB y 53 % en ESS, *Prueba binomial; p-valor=1,000*), lo que indica que existe independencia entre la utilización de los tres formatos y el nivel educativo al que corresponden los LT ($\chi^2=0,004$; $gl=1$; *p-valor=0,952*) (Tabla 3.1.). En todos los casos, la prueba de independencia indica que los formatos textuales en los que se realizó el tratamiento es independiente del nivel educativo de los LT (*p-valor >0,05*) (Tabla 3.1.).

Tabla 3.1. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, sobre los formatos textuales en que se incluyó el tratamiento en los dos grupos de libros de texto. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria superior. n = nº de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). *p*= valor de la prueba binomial. 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=25)	<i>p</i>	ESS (n=17)	<i>p</i>	Prueba de independencia χ^2
Texto expositivo	24 (96 %)	0,000	15 (88 %)	0,002	0,556(a)
Imágenes	17 (68 %)	0,108	15 (88 %)	0,002	0,131
Actividades	19 (76 %)	0,015	11 (65 %)	0,332	0,426
Tres formatos	13 (52 %)	1,000	9 (53 %)	1,000	0,952

Tal como indican los resultados de la prueba de independencia, no hubo asociación entre los dos grupos de LT (ESB y ESS) y la utilización de diferentes formatos textuales. Si bien la mayoría de las editoriales prefieren el texto expositivo, el mismo se

combina con formatos tales como imágenes y actividades; asimismo, el manejo de los tres formatos fue utilizado en más de la mitad de los manuales analizados de los dos niveles. Este tratamiento de los contenidos con varios formatos favorece la comprensión de las temáticas que se abordan; en esta línea, y tal como señalan Fernandes Xavier, Sá Freire y Ozório Moraes (2006), tanto la información textual como las imágenes por sí solas, dificultan la comprensión de los conceptos. En relación a los elementos iconográficos, Somoza Rodríguez y Ossenbach Sauter (2004) señalan que fueron conquistando el espacio del manual escolar, ya sea en cantidad de ilustraciones como en el tamaño de las mismas; sin embargo, advierten que no siempre su presencia aporta información relevante respecto de los contenidos. Por su parte, la inclusión de actividades favorece también el aprendizaje; en este aspecto, González Rodríguez, García Barros y Martínez Losada (2003) indican que los LT que tienen mayoritariamente contenidos de forma declarativa (texto expositivo), en detrimento de las actividades presentan algunas debilidades, en el sentido de mostrar un desajuste vinculado con las actuales posturas en la enseñanza de las ciencias.

5.1.3 Jerarquía textual

El análisis de la inclusión de conceptos sobre especie exótica y bioinvasiones en los tres tipos de jerarquía textual (Mención dentro del texto principal del capítulo, Lectura complementaria y Paratextos o textos auxiliares fuera del texto principal en apartados al margen de la página) indica que, la cantidad de manuales del nivel ESB que mencionaron la temática dentro del texto principal (84 %) fue significativamente mayor (*Prueba binomial; p-valor=0,001*) a los que las mencionan en las otras dos categorías textuales (Tabla 3.2.). La misma situación se observó en los libros correspondientes al nivel ESS (82 %, *Prueba binomial; p-valor=0,013*). La presencia de paratextos y lecturas complementarias estuvieron presentes en porcentajes similares para los dos niveles, no observándose diferencias significativas con los valores teóricos esperados (ESB *Prueba binomial; p-valor=0,690* y ESS *Prueba binomial; p-valor=1,000*). Los manuales que utilizaron las tres jerarquías textuales en un mismo ejemplar fueron pocos en ambos grupos de estudio; así, la presencia de los tres formatos en un libro de texto fue significativamente menor (20 % ESB, *Prueba binomial; p-valor=0,004* y 24 % ESS, *Prueba binomial; p-valor=0,040*). Los resultados relacionados con la inclusión de las jerarquías textuales muestran que existe independencia entre el nivel educativo de los

libros de texto (ESB y ESS) y la utilización de las mismas (texto principal, paratexto y lectura complementaria) (Tabla 3.2.).

Tabla 3.2. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, sobre las jerarquías textuales en que se incluyó el tratamiento en los dos grupos de libros. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = nº de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). p = valor de la prueba binomial. 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=25)	P	ESS (n=17)	P	Prueba de independencia χ^2
Texto principal del capítulo	21 (84 %)	0,001	14 (82 %)	0,013	0,603(a)
Paratexto	14 (56 %)	0,690	9 (53 %)	1,000	0,845
Lectura complementaria	11 (44 %)	0,690	8 (47 %)	1,000	0,845
Tres jerarquías textuales	5 (20 %)	0,004	4 (24 %)	0,040	1(a)

En relación a la jerarquía textual se encontró que la mayoría de los manuales de los dos grupos de libros (ESB y ESS) utilizaron el texto principal del capítulo para desarrollar los temas de las especies exóticas y las invasiones biológicas. Esto es de gran relevancia, ya que hay autores que señalan que la ubicación central de los los segmentos explicativos indica que allí se encuentra el saber legitimado, aquel que el alumno reconoce como el contenido que debe estudiar y aprender para aprobar la materia (Tosi, 2010).

Por otra parte, la inclusión de la temática en paratextos y lecturas complementarias pone de manifiesto que las editoriales han utilizado una marcada variedad de formas de presentar el tema, lo que en cierta medida puede favorecer el tratamiento, a diferencia de que si lo hiciera mayoritariamente en lecturas accesorias o paratextos. Este aspecto, es valorado como una característica de los libros de texto más modernos en los cuales la presencia de cuadros de texto, que incluyen información complementaria, expresa una mayor pluralidad de voces que lo asemeja a un diálogo, y al mismo tiempo anima a intercambiar o rebatir diferentes opiniones (Somoza Rodríguez y Ossenbach Sauter, 2004). Del mismo modo, Tosi (2010) considera que la función primordial de estos recursos es la ampliación del tema a partir de una postura teórica generalmente afín a la expuesta en la teoría. Sin embargo, Melo Ferreira y Alves Soares (2008) indican que, cuando se desarrollan conceptos fuera del texto principal, ya sea en paratextos o en lecturas complementarias, se evidencia la poca importancia que se le atribuye a un tema en el libro de texto. Del mismo modo, Martins y Brigas (2005) se refieren a la inclusión de lecturas complementarias en los manuales educativos; al respecto sostienen que son

pocos los docentes que solicitan a sus estudiantes la realización de tareas sugeridas en las lecturas complementarias.

5.1.4 Definiciones de términos

5.1.4.1 Definición de especie exótica

Los libros analizados incluyeron el tratamiento de las especies exóticas, sin embargo, no todos presentaron definiciones. Al respecto se encontró que, el 48 % de los textos correspondientes a ESB definen especie exótica (Tabla 3.3.), no habiendo diferencias significativas con los que no la definen (*Prueba binomial; p-valor=1,000*). Por su parte, en los manuales correspondientes al nivel ESS, se observa un porcentaje menor de libros que presentan definiciones para especie exótica (35 %), pero tampoco se observan diferencias significativas entre los libros que aportan definición y los que no (*Prueba binomial; p-valor=0,332*). Estos resultados muestran un comportamiento similar en los dos grupos de LT, lo que indica independencia entre el nivel educativo de los manuales y la condición de definir el término ($\chi^2=0,667$; $gl=1$; $p-valor=0,414$) (Tabla 3.3.).

Tabla 3.3. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, sobre la definición de especie exótica. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). *p* = valor del test de Chi-cuadrado de Pearson. Significación bilateral $p \leq 0,05$.

	ESB (n=25)	ESS (n=17)	<i>p</i> (Prueba de independencia χ^2)
Presencia	12 (48 %)	6 (35 %)	0,414
Ausencia	13 (52 %)	11 (65 %)	

Las definiciones encontradas en los textos de ESB señalan a las especies exóticas como ajenas al ecosistema natural o que son propias u originarias de otro lugar, tal es el caso de afirmaciones encontradas en algunos textos como: "...ajenas al ecosistema natural" (ESB9, p.195); "originarias de otros lugares" (ESB28, p.246). También se emplearon los términos nativo o autóctono como parte de la definición: "...cuando viven en un determinado lugar, pero son nativos de otro ecosistema" (ESB10, p.228); "Las especies nativas son propias de un área; las exóticas viven en otras zonas" (ESB22, p.259). En otros casos la definición de exótico se presentó como sinónimo de foráneo: "Cuando las especies no forman parte de la vida natural de un lugar, es decir no son

autóctonas, se las denomina exóticas o foráneas” (ESB24, p.149). En el libro ESB24 se reduce la descripción de especie exótica a los animales y vegetales: "...especies oriundas de otras regiones y ecosistemas tanto de origen vegetal o animal" (ESB24, p.14). Otras exposiciones hacen referencia a la introducción o traslado de los organismos, lo que implica la participación del ser humano en el proceso: “La introducción de especies exóticas, originarias de otros lugares...” (ESB28, p.246), "Cuando el ser humano lleva a un ecosistema especies que son propias, autóctonas o nativas de otros lugares”(ESB12, p.185); “Las especies exóticas son aquellas que no pertenecen al ecosistema en el cual se encuentran, sino que fueron traídas desde otro ambiente” (ESB29, p. 167); “...la introducción de especies en ambientes donde antes no existían” (ESB20, p.75); “¿Qué sucede si en un ecosistema se introducen especies que proceden de otro ecosistema? [...] Estas especies denominadas exóticas...” (ESB1, p.186), “...Se denomina biota introducida el conjunto de organismos incorporados en algún lugar por la acción humana voluntaria o accidental” (ESB15, p.191). En el manual ESB23 se presentan como sinónimos los términos exótico e invasor "Son especies exóticas o invasoras aquellas que provienen de otros lugares..." (p.121).

En los manuales correspondientes a ESS, se encontró que el 35 % de ellos presentaron definiciones relacionadas con especie exótica; al igual que en los textos de ESB, las definiciones indicaron que son especies que se encuentran fuera de su lugar de origen, son ejemplos de ello lo hallado en ESS1: "...no originaria del lugar" (p.24); también en el texto ESS4 se expresó "...cuando se la encuentra en sitios fuera de su región de origen" (p.208); otras hacen referencia a la introducción por parte del ser humano “...especies exóticas, es decir, introducidas directa o indirectamente por el hombre”. (ESS4, p.232); “Se denominan especies introducidas a aquellas que no se encuentran de manera natural en un ecosistema, sino que fueron introducidas por los seres humanos...” (ESS10, p.279). También se encontraron enunciaciones que se construyeron por oposición al término que se pretendía definir, tal es el caso de lo explicitado en el texto ESS3 "...especie no autóctona" (p.52).

Los resultados permiten señalar que los dos grupos de LT se comportaron de manera similar, es decir, menos de la mitad de ellos aportaron una definición de especie exótica, lo cual resulta un dato a tener en cuenta ya que, al presentarse de ese modo, en los textos se trabaja con un concepto que no se define; lo que favorece la libre interpretación por parte de los estudiantes (Campos *et al.*, en prensa). Asimismo, la omisión o silencio en relación a un concepto que no se encuentra explicitado en el texto

podría situarse como una barrera para su comprensión o conducir a comprensiones inadecuadas, estableciéndose como un posible obstaculizador de aprendizajes para los lectores de una obra.

En cuanto a la complejidad de la definición, si bien la mayoría de las halladas se ajustan a lo planteado en el Convenio de Diversidad Biológica (2002) y en el documento de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2000); en algunos LT se encontraron simplificaciones tales como indicar que son especies que se encuentran fuera de su área natural de distribución. Otros presentan la definición de exótico como sinónimo de foráneo o de especie invasora, y también se hallaron enunciados contruidos en oposición al término que se pretendía definir. Resultados similares se hallaron en investigaciones en las que se les pedía a los estudiantes que definan especie exótica y nativa; da cuenta de esto lo reportado por De Souza Proença, Dal-Farra y Oslaj (2017), quienes trabajaron con estudiantes de Porto Alegre, en el sur de Brasil. Entre las principales respuestas para especies exóticas que fueron consideradas como inadecuadas por estos autores, se hallaron afirmaciones tales como: “son especies difíciles de encontrar” o “son especies raras”, entre otras. Por su parte las respuestas consideradas adecuadas hacían referencia a su procedencia: “son originarias de otro lugar” o “no son de la región”. Resultados similares también fueron hallados por Vilches, Legarralde y Darrigran (2014), quienes trabajaron con estudiantes del último año del profesorado en Biología de Argentina y por Vilches, Acosta, Barra y Fernández (2018) en la provincia de Buenos Aires (Argentina), quienes analizaron las respuestas dadas por alumnos de la escuela secundaria. En ambas investigaciones se hallaron respuestas similares para la definición de especie exótica, encontrando expresiones tales como: “raras, extrañas, poco comunes, especies con características únicas, específicas, organismos de varios colores”. También hubo respuestas que hicieron referencia al estatus de conservación y abundancia, hallando términos tales como: “especies que están en peligro de extinción, especies que se reproducen poco, especies con pocos integrantes, especies malas”.

5.1.4.2 Definición de invasión biológica y/o especie invasora

En lo que respecta a la definición de bioinvasión y/o especie invasora, su presencia fue significativamente baja en los LT de los dos niveles educativos (ESB, 20 %, *Prueba binomial*; p -valor=0,004; ESS, 6 %, *Prueba binomial*; p -valor=0,000); estos resultados

indican que la presencia de la definición es independiente del nivel al que pertenezca el libro de texto (*Prueba exacta de Fisher; $gl=1$; p -valor=0,374*) (Tabla 3.4.).

Tabla 3.4. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, sobre la definición de bioinvasión y/o especie invasora. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. $n = n^{\circ}$ de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, $n=25$; ESS, $n=17$). p = valor del test de Chi-cuadrado de Pearson. 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 $p \leq 0,05$.

	ESB (n=25)	ESS (n=17)	p (Prueba de independencia χ^2)
Presencia	5 (20 %)	1 (6 %)	0,374(a)
Ausencia	20 (80 %)	16 (94 %)	

En los textos de ESB que sí definían el término (20 %), se hallaron expresiones diferentes. Algunos de ellos hacen referencia al crecimiento poblacional descontrolado de una especie exótica, que además provoca impacto ambiental: “Una especie se vuelve invasora cuando su población se propaga sin control y ocasiona desequilibrios ambientales” (ESB24, p.149); del mismo modo en el texto ESB1 se indica que “...a menudo se convierten en invasoras, porque además de persistir en el ambiente donde han sido introducidas, proliferan y se extienden más allá de determinados límites” (p.186). En el manual ESB28, se circunscribe sólo a las especies animales como invasoras:

“No son especies animales oriundas de la Argentina, pero desde que pisaron suelo nacional encontraron condiciones propicias para su expansión, hasta convertirse, en algunos casos, en una invasión biológica que amenaza a las nativas y al funcionamiento de los ecosistemas naturales y sistemas productivos” (ESB28, p.248).

Asimismo, en el LT ESB28 se definió el término de especie criptogénica, el cual indica que: “La lista es variada e incluye a la fecha un total de 179 entre especies exóticas o criptogénicas, es decir, aquellas para las que no puede establecerse fehacientemente su carácter de nativas o introducidas” (p.248).

También se observó en ESB12, que se indica que no siempre una especie exótica introducida puede sobrevivir en el nuevo ambiente y que en el caso que lo hagan son algunas las que pueden convertirse en invasoras “...No todas las especies pueden sobrevivir en el nuevo ecosistema, pero de aquellas poblaciones que logran establecerse, algunas pueden convertirse en invasoras” (p.185).

En el nivel de ESS, sólo un libro de texto (6 %) presentó una definición de invasión biológica, en este sentido indicó que “...se refiere al proceso de expansión: [...] de una

especie, mediado por el establecimiento de nuevas poblaciones viables en hábitats donde la especie no estaba presente” (ESS4, p.208).

En lo que respecta a las nociones de bioinvasión y especie invasora, en el documento del Convenio de Diversidad Biológica se indica que las especies invasoras son aquellas que prosperan sin ayuda del ser humano y amenazan hábitats naturales y seminaturales, fuera de su área habitual de distribución, son agentes de cambio y ponen en peligro la diversidad biológica nativa, y, en consecuencia, generan daños ambientales (CDB, 2002). Los resultados obtenidos en este estudio indican que la mayoría de los libros de ambos niveles educativos no presentaron definiciones al respecto. En los textos de ESB se hallaron diferentes expresiones que hacen mención a distintos aspectos del proceso de invasión y en algunos casos se hace referencia a la combinación del crecimiento poblacional de una especie exótica y el impacto ambiental que provoca. En otros casos, se produce una simplificación del proceso asociado sólo a los animales; este resultado coincide con lo hallado por Vilches *et al.*, (2018), en el cual los estudiantes indican que son los animales los que producen una invasión biológica. También es de destacar lo hallado en ESB12, en el que se indica que no siempre una especie exótica introducida puede sobrevivir en el nuevo ambiente y que, en el caso que lo hagan, son algunas las que pueden convertirse en invasoras; este dato es relevante ya que, según lo documentado, solo el 10 % de las especies introducidas pueden convertirse en invasoras (Darrigran y Damborenea, 2006). No se encontraron en los textos explorados, referencias que sólo mencionaran el impacto ocasionado; en este sentido Vilá y García-Berthou (2008), las consideran expresiones poco apropiadas ya que tienen un elevado corte antropocéntrico. En esta línea, los autores señalan que tener en cuenta solo el impacto que ocasionan para decidir si una especie es invasora o no, es poco operativo, ya que muchas veces no se conoce lo que efectivamente produce una especie invasora.

La literatura científica sobre las especies invasoras contiene grandes controversias sobre algunos de los conceptos centrales; en particular, se discute ampliamente el concepto de especie invasora. Según Pereyra (2016), en los artículos científicos sobre biología de las invasiones, no es común que haya una definición de especie invasora, y cuando está presente, en general no es posible inferir el criterio que se utilizó para etiquetar una especie como invasora (*e.g.*, propagación, dominancia e impacto).

5.1.4.3 Definición de especie nativa/autóctona

De la totalidad de libros analizados correspondientes al nivel ESB, se encontró que en la mayoría de ellos (72 %) (Tabla 3.5.) no se definió el término nativo o autóctono, resultados que difieren significativamente con los valores teóricos esperados (*Prueba binomial; p-valor=0,04*). Resultados similares se encontraron en los textos correspondientes al nivel ESS, donde, en el 88 % (*Prueba binomial; p-valor=0,002*) de los textos no se halló una definición; resultados que muestran independencia entre los LT y la incorporación de una definición de especie nativa (*Prueba exacta de Fisher; gl=1; p-valor=0,270*) (Tabla 3.5.).

Tabla 3.5. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, sobre la definición de especie nativa/autóctona. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). *p* = valor del test de Chi-cuadrado de Pearson. 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 $p \leq 0,05$.

	ESB (n=25)	ESS (n=17)	<i>p</i> (Prueba de independencia χ^2)
Presencia	7 (28 %)	2 (12 %)	0,270(a)
Ausencia	18 (72 %)	15 (88 %)	

Las definiciones encontradas en los dos niveles educativos, se refieren, en general, al lugar de origen de las especies; así lo indican algunos ejemplos: "...Es decir las originarias del lugar" (ESB4, p.94); "Propio de un lugar determinado" (ESB8, p.155); "son originarios de una zona" (ESB10, p.146); "Son las que viven en su rango de distribución natural" (ESB11. P.156); "Especies originarias o propias de un lugar" (ESB14, p.186); "el conjunto de seres vivos originarios del lugar" (ESB15, p.191). Otros libros utilizaron el término nativo en sus definiciones, por ejemplo, lo expresado en el libro ESB22: "Las especies nativas son propias de un área" (p.258), en otro de los textos se indicó que son "Especies propias de un lugar" (ESB23, p.121). Una de las expresiones hallada en los textos del nivel ESS, reduce la definición sólo a animales y vegetales: "...Especies vegetales y animales, que son oriundos del área" (ESS4, p.232).

Las enunciaciones encontradas en ambos grupos de textos hacen referencia a especies que son originarias de un determinado lugar; estas están en línea con la definición propuesta por la UICN (2000) que indica que una especie nativa (autóctona) es una especie, subespecie o taxón inferior, que ocurre dentro de su área natural y de dispersión potencial. Vilches *et al.*, (2018) encontraron que los estudiantes de escuela secundaria de Argentina presentaron dificultades para definir especie nativa y más de la

Se encontraron 13 términos o expresiones que fueron compartidos en los LT de ambos grupos (Tabla 3.6. y Figura 3.3.).

Entre los términos que se hallaron en los dos grupos de textos, la expresión *Introducción de especies exóticas* presentó significativamente mayor frecuencia de aparición en los LT de ESB (*Prueba binomial; p-valor=0,043*), en cambio en los textos correspondientes a ESS su frecuencia fue menor 47 %, no mostrando diferencias significativas con los valores esperados (*Prueba binomial; p-valor=1,000*); aunque estos resultados indican que existe independencia entre el nivel de los LT y la inclusión de esta expresión ($\chi^2=2,66$; $gl=1$; $p\text{-valor}=0,0102$) (Tabla 3.6.). Las expresiones *Especie exótica* (ESB, 64 %, *Prueba binomial; p-valor=0,230*; ESS, 59 %, *Prueba binomial; p-valor=0,629*) y *Especie invasora* (ESB, 56 %, *Prueba binomial; p-valor=0,690*; ESS, 53 %, *Prueba binomial; p-valor=1,000*) se incluyeron en más de la mitad de los LT de los dos grupos y no evidenciaron diferencias significativas con los valores esperados; la prueba de independencia muestra que no existe asociación entre la presencia de las dos variables y el nivel al que pertenecen los LT (Tabla 3.6.).

La presencia del término *Especie introducida* fue significativamente mayor en los LT de ESS (76 %, *Prueba binomial; p-valor=0,040*), en cambio en los correspondientes a ESB, menos de la mitad de los textos la incluyeron (40 %, *Prueba binomial; p-valor=0,424*). La prueba de Chi cuadrado indicó que la asociación entre las variables LT y la inclusión del término significativamente baja ($\Phi=0,360$) ($\chi^2=5,43$; $gl=1$; $p\text{-valor}=0,02$) (Tabla 3.6.).

El término *Introducción* fue hallado en el 47 % de los textos de ESS (*Prueba binomial; p-valor=1,000*), en cambio su presencia fue significativamente menor en los correspondientes a ESB (28 %, *Prueba binomial; p-valor=0,043*), aunque no hubo asociación entre en nivel de los LT y la inclusión del término ($\chi^2=2,66$; $gl=1$; $p\text{-valor}=0,102$).

Otras expresiones (e.g., invasión biológica, invasión, plaga, introducción de especies foráneas, introducción de especies invasoras, especie exótica invasora, especie naturalizada y especie no originaria) fueron incluidas en porcentajes significativamente bajos en ambos grupos de LT; la prueba de Fisher muestra falta de asociación entre las variables y su presencia en los LT de los dos niveles educativos ($p\text{-valor} > 0,05$) (Tabla 3.6.).

Tabla 3.6. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, para los 13 términos que coinciden en los textos de ESB y ESS. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). *p* = valor de la prueba binomial. 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=25)	<i>p</i>	ESS (n=17)	<i>p</i>	<i>p</i> (Prueba de independencia χ^2)
Introducción de especies exóticas	18 (72 %)	0,043	8 (47 %)	1,000	0,102
Especie exótica	16 (64 %)	0,230	10 (59 %)	0,629	0,735
Especie invasora	14 (56 %)	0,690	9 (53 %)	1,000	0,845
Especie introducida	10 (40 %)	0,424	13 (76 %)	0,040	0,02
Introducción	7 (28 %)	0,043	8 (47 %)	1,000	0,102
Invasión biológica	4 (16 %)	0,001	2 (12 %)	0,002	1,000(a)
Invasión	4 (16 %)	0,001	5 (29 %)	0,143	0,446(a)
Plaga	5 (20 %)	0,004	4 (24 %)	0,040	1,000(a)
Introducción de especies foráneas	2 (8 %)	0,000	1 (6 %)	0,000	1,000(a)
Introducción de especies invasoras	2 (8 %)	0,000	3 (18 %)	0,000	0,379(a)
Especie exótica invasora	3 (12 %)	0,000	1 (6 %)	0,000	0,635(a)
Especie naturalizada	1 (4 %)	0,000	2 (12 %)	0,002	0,556(a)
Especie no originaria	1 (4 %)	0,000	1 (6 %)	0,000	1,000(a)

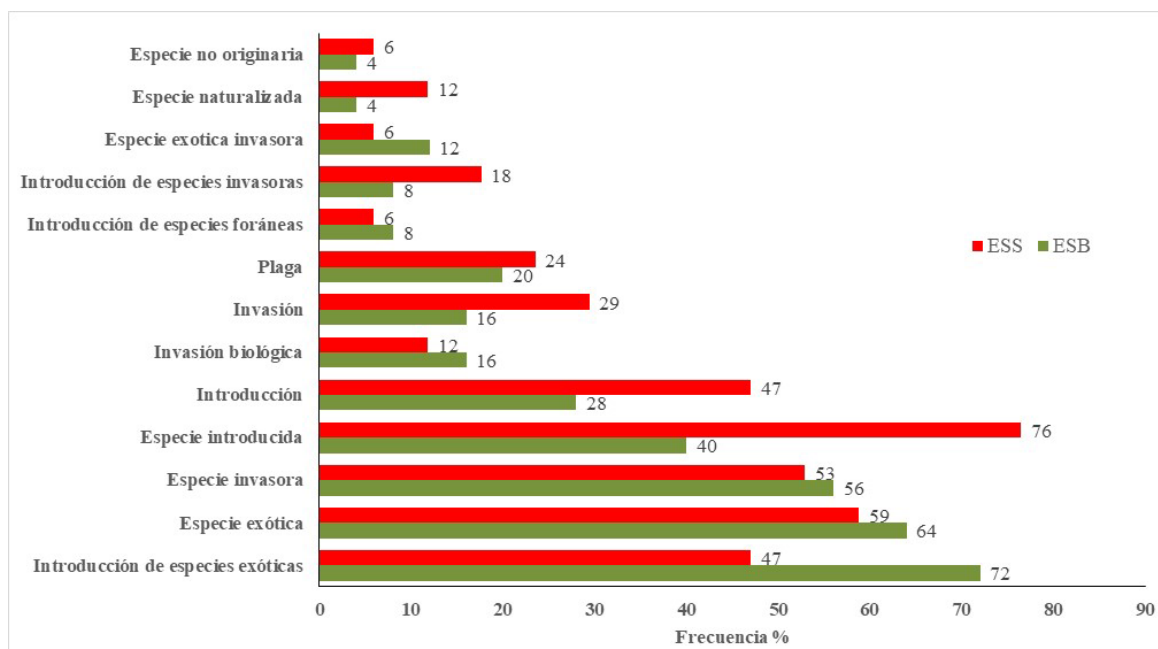


Figura 3.3. Frecuencia porcentual de los 13 términos que coinciden en los libros de texto de ESB (verde) y en los de ESS (rojo).

El valor mediano de la cantidad de términos utilizado por cada uno de los manuales de ESB fue menor que los correspondientes a ESS (ESB Med=3; ESS Med=4), aunque estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, por lo que se puede señalar que la distribución de términos es similar en los dos grupos de LT (*Prueba U-Mann-Whitney; U=173,5, p-valor=0,309*).

El libro ESB24 fue el que mayor cantidad de términos presentó, indicando diez formas diferentes: “Especie exótica”, “Especie instalada por el hombre”, “Especie introducida”, “Especie invasora”, “Especies extrañas”, “Introducción de especies exóticas”, “Introducción de especies foráneas”, “Introducción de especies invasoras”, “Invasión”, “Invasión biológica”.

Por su parte la mayor cantidad de nombres en un solo libro del nivel ESS fue de ocho y estuvo representada en el texto ESS4: “*Especie exótica*”, “*Especie invasora*”, “*Introducción de especies exóticas*”, “*Especie introducida*”, “*Invasión biológica*”, “*Invasión*”, “*Introducción*”, “*Especie naturalizada*”.

Comunicar sobre las especies exóticas y las invasiones biológicas a un público no especializado en el tema puede ser un gran desafío, la falta de comprensión de los conceptos clave relacionados con la biología de las invasiones y la presencia de múltiples y ambigüas definiciones de lo que es nativo, exótico y especies invasoras pueden ser muy confusas para las personas no vinculadas con la temática (Verbrugge *et al.*, 2021).

De acuerdo a lo observado en los resultados, y en consonancia con Campos *et al.*, (en prensa), la utilización de gran cantidad de términos podría dificultar el logro de una conceptualización adecuada que se ajuste con el conocimiento científico de referencia, además, muchos de los términos no indican lo mismo, lo que generaría concepciones intuitivas de lo que es una especie exótica, invasora, autóctona, etc.

Si se consideran otros escenarios, esta problemática no sólo se visibiliza en el ámbito educativo; también en los espacios científicos y políticos hay cuestiones básicas por resolver sobre las invasiones biológicas, incluyendo la consistencia de terminología y conceptos básicos. En este sentido, hay autores que advierten sobre la existencia de sinónimos que no son utilizados por los autores de igual forma, provocando cierta confusión semántica (Verbrugge *et al.*, 2021; Vilà, Castro y García-Berthou (2008). Otros autores (Aguirre Muñoz y Mendoza Alfaro, 2009; Shine, Williams y Gündling, 2000), en coincidencia con los anteriores, señalan que se utilizan una gran variedad de términos (*e.g.*, exógena, extranjera y exótica) para describir a las especies que se encuentran en ecosistemas de los que no son nativas. Además, indican que los términos: especies

invasoras, introducidas, exóticas, no nativas y no indígenas, entre otros, son usados frecuentemente de manera indistinta, con el denominador común que todos se refieren a especies que se encuentran fuera de su área de distribución natural.

Por su parte, Capdevila Argüelles, Iglesias García, Orueta y Zilleti (2006) indican que la variada terminología para mencionar el carácter nativo o exótico de una especie debe referirse a su rango de ocupación y no a ninguna entidad de carácter administrativo. En este sentido, y de acuerdo con los conceptos teóricos, los seres vivos son nativos o exóticos en una región; de este modo, cualquier movimiento de especies de una zona de la que es originaria a otra en la que está ausente de forma natural debe considerarse una introducción. Si bien en los ambientes científicos y académicos puede ser necesario el uso de términos específicos, cuyas definiciones quedarán más o menos claras según el ámbito de aplicación, en el terreno legislativo y en el de la gestión y conservación de los recursos naturales no deberían usarse otros términos diferentes de los empleados por los organismos y tratados internacionales (CDB, 2002; UICN, 2000).

Al respecto, Courchamp *et al.* (2017) indican que en la actualidad persisten los problemas asociados a la terminología, aunque se han propuesto algunas definiciones unificadas. Los términos exótico, alóctono, extranjero, introducido, invasor y no autóctonas, entre otros, se pueden encontrar en la literatura concerniente a las invasiones biológicas, en algunos casos usada indistintamente y en otros con diferentes significados. Las definiciones varían según el campo científico en cuestión (*e.g.*, ecología, economía, filosofía, derecho, ética, sociología o gestión), los actores y objetivos perseguidos. Por este motivo, los mensajes científicos en sí pueden ser múltiples, incluso contradictorios y, por lo tanto, poco claros. Por lo tanto, las definiciones estandarizadas y claras harían más eficiente la comprensión sobre las especies invasoras. Si bien puede que no sea muy realista proponer que todos usen exactamente el mismo conjunto de definiciones, es recomendable que las personas sean explícitas y claras sobre las definiciones que utilizan.

A partir de los resultados hallados en los LT analizados y de los debates actuales en relación a la abundante presencia de términos para mencionar a las especies exóticas, es recomendable que los manuales o libros de texto escolares presenten una definición de los términos que se tratan en sus páginas.

5.1.6 Profundidad en el tratamiento de las especies exóticas y de las invasiones biológicas.

El análisis de la profundidad con la cual tratan los LT, de ambos niveles educativos, el proceso de invasión biológica, permite analizar la conceptualización que los LT hacen de este tema. Así, el análisis, primero individual y después conjunto, de las categorías introducción voluntaria o involuntaria, invasividad, invasibilidad e impacto ecológico, económico y sanitario, y de las subcategorías definidas dentro de cada una de ellas (Tabla 2.3.) permite determinar si los LT tienen en cuenta las etapas de un proceso de invasión biológica: la introducción, el establecimiento, la dispersión y el impacto potencial de las especies exóticas invasoras.

5.1.6.1 Análisis individual de las categorías y subcategorías que determinan la profundidad del tratamiento de los conceptos.

En los LT analizados se encontraron referencias relacionadas con los aspectos inherentes al proceso de invasión (Tabla 3.7.). En cuanto a la introducción voluntaria, el 60 % de los textos de ESB incluyeron este tratamiento, aunque no difirió significativamente de aquellos que no lo hicieron (*Prueba binomial; p-valor=0,424*). En el caso de los manuales de ESS, también se evidenció un predominio del abordaje de la introducción voluntaria (76 %), aunque su presencia difirió significativamente con los valores teóricos esperados (*Prueba binomial; p-valor=0,040*). La prueba de independencia indica falta de asociación entre los niveles educativos de los LT y la inclusión de la variable introducción voluntaria ($\chi^2=1,23$; $gl=1$; $p-valor=0,266$).

Tabla 3.7. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, para las categorías que comprenden los criterios basados en la introducción, establecimiento, dispersión e impacto de las especies exóticas invasoras. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). p = valor de la prueba binomial. 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.

Categorías	ESB (n=25)	p	ESS (n=17)	p	p (Prueba de independencia χ^2)
Introducción voluntaria (VOL)	15 (60 %)	0,424	13 (76 %)	0,040	0,266
Introducción involuntaria (INVOL)	7 (28 %)	0,043	4 (24 %)	0,040	0,746
Invasividad (CEE)	15 (60 %)	0,424	12 (71 %)	0,143	0,482
Invasibilidad (CAMB)	12 (48 %)	1,000	10 (59 %)	0,629	0,491
Impacto ecológico (IECOL)	24 (96 %)	0,000	15 (88 %)	0,002	0,556(a)
Impacto sanitario (ISAN)	3 (12 %)	0,000	4 (24 %)	0,040	0,413(a)
Impacto económico (IECON)	5 (20 %)	0,004	6 (35 %)	0,332	0,350(a)

La mención de la variable introducción involuntaria presentó valores significativamente bajos en los dos grupos de manuales, siendo significativas las diferencias con los valores esperados (28 % ESB, *Prueba binomial*; p -valor=0,043; 24 % ESS, *Prueba binomial*; p -valor=0,040); estos resultados muestran que existe independencia entre los LT de ambos niveles educativos y la inclusión de esta variable ($\chi^2=,105$; $gl=1$; p -valor=0,746) (Tabla 3.7.).

La presencia de los aspectos inherentes a la invasividad fue hallada en frecuencias similares en los LT de ambos niveles, no habiendo diferencias significativas con los valores esperados; así, el 60 % de los textos correspondientes a ESB (*Prueba binomial*; p -valor=0,424) y el 71 % de los pertenecientes a ESS (*Prueba binomial*; p -valor=0,143) incluyeron estas referencias; estos resultados muestran independencia entre las variables nivel de los LT y la mención de la característica de invasividad ($\chi^2=0,494$; $gl=1$; p -valor=0,482) (Tabla 3.7.). Resultados similares se encontraron en relación con la mención de invasibilidad, en este sentido, la presencia en los LT de ESB fue del 48 % (*Prueba binomial*; p -valor=1,000), en tanto que en los textos de ESS fue del 59 % (*Prueba binomial*; p -valor=0,629), no habiendo asociación entre los LT y la incorporación de este aspecto del proceso de invasión ($\chi^2=0,475$; $gl=1$; p -valor=0,491) (Tabla 3.7.).

Otra de las características analizadas en los libros de textos fue la presencia del impacto que ocasionan las especies exóticas invasoras. Los textos correspondientes a ESB y a ESS tratan los impactos ecológico, económico y sanitario que ocasionan las especies exóticas invasoras. La presencia del impacto ecológico fue significativamente mayor en los LT de ambas etapas educativas (96 %, ESB *Prueba binomial*; p -valor=0,000; 88 % ESS *Prueba binomial*; p -valor=0,002), no existiendo asociación entre los niveles educativos de los manuales y la presencia de este variable (*Prueba exacta de Fisher*; p -valor=0,556) (Tabla 3.7.). El impacto sanitario fue incluido en frecuencias significativamente bajas en los LT de los dos niveles educativos (13 % ESB, (*Prueba binomial*; p -valor=0,000 y 24 % ESS, *Prueba binomial*; p -valor=0,040), resultados que indican que las variables son independientes (*Prueba exacta de Fisher*; p -valor=0,413). La presencia del impacto económico en los manuales de ESB fue baja, mostrando diferencias significativas con los valores teóricos esperados (20 %, *Prueba binomial*; p -valor=0,003), en cambio en los LT de ESS su presencia fue superior aunque no presentó diferencias significativas (35 %, *Prueba binomial*; p -valor=0,332); el test exacto de

Fisher muestra independencia entre los LT y la incorporación de este impacto (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,305*).

5.1.6.1.1 Tratamiento de las diferentes formas de introducción voluntaria de EE

La introducción voluntaria estuvo presente en porcentajes similares en los manuales de ambos niveles educativos (60 % ESB; 76 % ESS) (Tabla 3.7) y las diferentes formas de introducción voluntaria de una especie exótica (subcategorías correspondientes a esa variable) también presentan un tratamiento similar en los dos niveles educativos (Tabla 3.8). El tratamiento de la introducción de especies exóticas invasoras a través del *comercio ilegal de mascotas, plantas ornamentales* estuvo representado en bajos porcentajes los dos grupos de manuales (36 % ESB y 29 % ESS), aunque la prueba binomial no mostró diferencias significativas en los dos grupos de textos ($p\text{-valor}>0,05$). No hubo asociación entre el nivel educativo de los LT y la mención de esta categoría ($\chi^2 = 0,198$; $gl=1$; $p\text{-valor}=0,657$).

Tabla 3.8. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, para las subcategorías que comprenden a la introducción voluntaria de especies exóticas. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). p = valor de la prueba binomial. 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.

Subcategorías	ESB (n=25)	p	ESS (n=17)	p	Prueba de independencia χ^2
Comercio ilegal de mascotas, plantas ornamentales.	9 (36 %)	0,230	5 (29 %)	0,143	0,657
Actividades forestales, agrícolas y ganaderas	6 (24 %)	0,015	6 (35 %)	0,332	0,498(a)
Control biológico de plagas	2 (8 %)	0,000	3 (23 %)	0,045	0,202(a)
Actividad cinegética (caza) y pesca	5 (20 %)	0,004	5 (29 %)	0,143	0,482(a)
Elaboración de indumentaria, cuero y piel de animales	3 (12 %)	0,000	1 (6 %)	0,000	0,635(a)
Liberación y escape de especies exóticas	3 (12 %)	0,000	3 (18 %)	0,013	0,672(a)

Las *actividades forestales, agrícolas y ganaderas*, otra forma de introducir especies exóticas invasoras de forma voluntaria, estuvo presente en porcentajes significativamente bajos en los manuales de ESB (24 %, *Prueba binomial, p-valor=0,015*), en tanto que en lo concerniente a los LT de ESS estuvo presente en un 35 % (*Prueba binomial, p-valor=0,332*), estos valores permiten concluir que no hay

asociación entre el nivel de los LT y la presencia de esta subcategoría (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,498*) (Tabla 3.8.).

El *control biológico de plagas* presentó niveles significativamente bajos de frecuencia en los LT de ambos niveles educativos (8 % ESB, *Prueba binomial, p-valor=0,000*; 23 % ESS, *Prueba binomial, p-valor=0,045*); el test exacto de Fisher muestra independencia entre los LT y la incorporación de este impacto (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,202*).

La presencia de la *actividad cinegética y la pesca* fue significativamente baja en los LT de ESB (20 %, *Prueba binomial, p-valor=0,004*), en cambio los correspondientes a ESS no mostraron diferencias con los valores esperados (29 % ESS, *Prueba binomial, p-valor=0,143*). La prueba exacta de Fisher muestra falta de asociación entre las variables (*p-valor=0,482*) (Tabla 3.8.).

En lo que respecta a la subcategoría *elaboración de indumentaria, cuero y piel de animales* estuvo representada en bajos porcentajes, los que presentan diferencias significativas con los valores teóricos esperados (ESB 12 %, *Prueba binomial, p-valor=0,000*; ESS 6 %, *Prueba binomial, p-valor=0,000*). La Prueba exacta de Fisher (*p-valor=0,635*) indica que hay independencia entre los niveles de LT y la incorporación de esta variable (Tabla 3.8.).

La *liberación y escape de especies exóticas* estuvo presente en bajos porcentajes en ambos grupos de LT (12 % ESB, *Prueba binomial, p-valor=0,000* y 18 % ESS, *Prueba binomial, p-valor=0,013*), resultados que muestran independencia entre el nivel educativo de los LT y la condición de mencionar esta categoría (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,672*).

Análisis cualitativo y discusión de las subcategorías de la introducción voluntaria

Comercio ilegal, tráfico de mascotas y plantas ornamentales

Las menciones encontradas sobre el *comercio ilegal, tráfico de mascotas y plantas ornamentales* en el nivel de ESB, en su mayoría, se refieren a especies de animales comerciados para mascotas, tal como se indica en el libro ESB1: “Muchas veces el tráfico de especies no solo exporta miles de ejemplares al año a otras zonas del país o al exterior, también importa nuevas especies intrusas o invasores biológicos” (p.186).

Del mismo modo, en el LT ESB2, se expresa:

“En general, sucede que se comercializan animales vivos para abastecer el mercado de mascotas, por ejemplo, loros y otras especies de pájaros, monos,

tortugas de tierra y, también, de agua. Los cueros y las pieles de felinos, zorros, boas, lagartos y yacarés también son traficados, pero se los utiliza para fabricar indumentaria, accesorios y adornos” (p. 181).

También se encontraron citas que remiten a la introducción de plantas ornamentales, tal como sucede en el libro ESB24: “...Se piensa que un lugar natural puede ser embellecido introduciendo, por ejemplo, plantas con flores extrañas...” (p.149).

Los manuales correspondientes al nivel ESS, igualmente, hicieron referencia a esta vía de introducción, en algunos casos señalando el tráfico ilegal de especies de animales, tal es el caso del libro ESS6: “[...] En general, el comercio ilegal corresponde a especies que no son de la fauna argentina, tales como algunas especies de loros, papagayos y monos, que en ocasiones suelen ser ingresados en nuestro país” (p.221). Por otro lado, uno de los textos de este nivel educativo menciona la introducción de mascotas: “...cómo podría afectar a una cadena trófica el uso de pesticidas, la sobre explotación de peces y la introducción de mascotas exóticas” (ESS15, p.135). Del mismo modo, en el LT ESS17, se indica: “Otras especies terminan en el plato de lujosos restaurantes (tortugas marinas, ranas toro, langostinos) o como mascotas exóticas en casas particulares, en circos o exposiciones...” (p.110).

Otros libros también ponen de manifiesto la introducción de especies de plantas ornamentales, tal es el caso de lo observado en ESS4 y ESS7: “...Además, el hombre introdujo, en forma deliberada, especies con fines ornamentales (árboles, flores, etc.) ...” (ESS4, p.223). “...El paraíso fue traído desde Asia como una planta ornamental a principios del siglo XX” (ESS7, p.238).

El comercio ilegal de mascotas y plantas ornamentales fue la subcategoría correspondiente a la introducción voluntaria mayoritariamente referenciada en ambos grupos de LT. La mención de esta vía de ingreso es de relevancia, ya que el comercio ilegal internacional de biodiversidad representa una amenaza global para su conservación, debido a que actúa como una entrada potencial de especies exóticas invasoras (Bertonatti 1995; Loydi 2008; Rosen y Smith 2010). Sin embargo, sólo un poco más de la mitad de los estudiantes, de los profesorados de Geografía y de Biología de la provincia de Buenos Aires (Argentina), consideran a las actividades relacionadas con el comercio de mascotas y jardinería como una posible causa asociada con la introducción de especies exóticas, que pueden causar graves problemas sobre el medio ambiente (Vilches, 2011). A pesar de que, en la Argentina existen varios casos de introducción de especies como mascotas o plantas ornamentales que se han convertido en invasoras. La ardilla de vientre rojo,

constituye un ejemplo de introducción intencional, esta especie, introducida en el año 1970 con fines de mascotismo (Borgnia, Benitez, Gozzi y Guichón, 2013), fue liberada años más tarde en la localidad de Luján, provincia de Buenos Aires, dando origen a la primera población silvestre del país (Coniglione y Zalba, 2019). La especie se estableció y expandió sin dificultad en la zona (Guichón, Bello y Fasola 2005) y ha sido trasladada como mascota a otras áreas de la provincia de Buenos Aires, como así también a las provincias de Santa Fe y Córdoba (Coniglione y Zalba, 2019). En este sentido, resulta prioritario trabajar en temas centrales como la educación, para concienciar sobre las consecuencias que pueden tener el tráfico, la comercialización o la tenencia de ejemplares de especies exóticas como mascotas.

La importancia que posee la consideración de las especies exóticas introducidas como mascotas, debido al riesgo de invasiones biológicas que pueden ocasionar, fue tenida en cuenta en la Conferencia de las Partes del Convenio de Diversidad Biológica (CDB, 2014), a través de la decisión XII/16, en la que se adoptó la guía “Orientación relativa a la elaboración y aplicación de medidas para abordar los riesgos relacionados con la introducción de especies exóticas como mascotas, especies de acuarios y terrarios y como carnada viva y alimento vivo”. El objetivo de esta fue apoyar a los países a enfrentar los riesgos asociados con la introducción de especies exóticas como mascotas, aportando elementos que las autoridades competentes pueden utilizar para la elaboración de reglamentos o códigos de conducta. En esta línea, en el documento de la Estrategia Nacional sobre la Biodiversidad, plan de acción 2016-2020 de Argentina (ENBPA, 2017), se presenta un apartado que contempla las acciones inherentes al ámbito privado dentro del eje denominado conciencia, divulgación y educación sobre biodiversidad; en él se recomienda a las editoriales que al tratar estos temas se priorice la inclusión de especies nativas y ecorregiones argentinas en los textos escolares, el desaliento del mascotismo con especies silvestres y el abordaje de las problemáticas asociadas a las especies exóticas, poniendo de manifiesto la importancia del tratamiento de este tema.

Actividades forestales, agrícolas y ganaderas.

Las referencias vinculadas a las *actividades forestales, agrícolas y ganaderas* hacen mención a la introducción de especies domésticas para su utilización como alimento, actividades forestales y textiles entre otras; algunas señalan la introducción del ganado por los conquistadores y se remontan al período fundacional de Buenos Aires, tal como se indica en los textos ESB15, ESB30 y ESS3; un ejemplo es:

“En la Argentina el ganado vacuno fue introducido durante la época de la fundación de ciudades como la de Buenos Aires. En 1546 Pedro de Mendoza y en 1580 Juan de Garay fueron los primeros españoles que trajeron caballos a nuestro país. Los conquistadores introdujeron también vacas, ovejas, cerdos, aves de corral, perros y gatos” (ESB15, p.191).

Asimismo, en ESB2 se menciona la introducción de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) en Argentina en los años ochenta, proveniente de Estados Unidos para consumo de su carne.

También se encontraron relatos sobre la introducción de plantas para cultivo y de especies forestales (ESB22, ESS10, ESS7). Del mismo modo, fue indicada la introducción de plantas forrajeras que se convirtieron en invasoras y modificaron el pastizal pampeano (ESS4).

Las referencias que hacen mención a la subcategoría que contempla la introducción de especies para actividades forestales, agrícolas y ganaderas estuvieron representadas en ambos grupos de manuales en porcentajes similares. Este tipo de introducción voluntaria está asociado al aumento de relaciones comerciales de insumos afines con actividades forestales, agrícolas y ganaderas. Estas rutas o vías de dispersión facilitaron el transporte de especies invasoras. Las menciones halladas en los libros analizados señalan ejemplos de introducciones que se remontan al período fundacional de Buenos Aires, donde se incluyen ejemplos de animales como caballos, vacas, ovejas, cerdos y aves de corral; también se incluyen menciones de animales de compañía como perros y gatos. Esta información coincide con lo señalado por Martínez, Fernández, Género y Rumiano (2000) quienes sostienen que, en el período prehispánico el ganado bovino no estaba en América y que, los primeros animales ingresados a lo que hoy es el territorio argentino son aquellos introducidos por los colonizadores españoles durante los primeros años de la conquista. Las plantas de cultivo, igualmente, fueron indicadas, tanto las forestales como las forrajeras.

Control biológico de plagas

El *control biológico de plagas* estuvo presente en bajas proporciones en los dos grupos de libros de texto, algunos de ellos señalaron que las plagas se pueden controlar introduciendo una especie exótica: “...Un método de control biológico es introducir una especie exótica “nueva” en un ecosistema determinado, que ataque a la población plaga...”. (ESB10, p. 225). Por su parte, en el nivel de ESS, el libro ESS11 hace referencia

a la introducción de enemigos naturales de una especie invasora que ha sido introducida en un determinado lugar:

“El control biológico se emplea con frecuencia para controlar especies invasoras que, al ser introducidas por accidente y ante la ausencia de los enemigos naturales de su lugar de origen, crecen en forma exponencial y adquieren el carácter de plaga. En estos se suele buscar a los enemigos naturales de la plaga en su lugar y se los introduce, para intentar restablecer los ciclos de depredador-presa (o parásito-hospedador) que mantenían controlada las fluctuaciones de la plaga en su medio natural” (ESS11, p.131).

En el caso del control biológico de plagas su presencia fue mayor en los manuales de ESS, aunque esas diferencias no fueron estadísticamente significativas; esto se vincula a su ubicación en la normativa, dado que la temática relacionada con los agroecosistemas está incluida en los diseños curriculares de ESS.

Actividad cinegética (caza) y pesca

La introducción voluntaria que refiere a la *actividad cinegética (caza) y pesca* fue mencionada en los textos de los dos niveles educativos, algunos de los cuales señalaron a la introducción de truchas con fines de pesca en la Patagonia Argentina, da cuenta de esto el texto ESB20: “La trucha arco iris y la trucha de arroyo son dos especies de peces de gran tamaño. [...] Ambas especies fueron introducidas en los ríos de Chubut para impulsar la pesca deportiva.” (ESB20, p.203).

Del mismo modo, en los LT de ESS, se hallaron referencias a la introducción de peces con fines deportivos, tal es el caso de lo indicado en ESS10: “También la introducción de la trucha marrón, la trucha arco iris y la trucha salmonada en los cauces de agua dulce, con el fin de fomentar la pesca deportiva, ha resultado perjudicial para las especies nativas” (ESS10, p. 275).

Algunos manuales centraron su abordaje en la introducción de especies exóticas para fomentar la caza:” El ciervo colorado europeo fue introducido en la Argentina para fomentar la caza deportiva” (ESB26, p.155). Por su parte, en el manual ESS3 se indica que, “La introducción y la cría del ciervo colorado, un animal de gran tamaño y con una ornamenta llamativa, tuvo como objetivo satisfacer la demanda de aficionados a la caza” (ESS3, p. 49).

Otros hallazgos dan cuenta de la presencia de ejemplos de la introducción de animales con fines cinegéticos situados fuera de Argentina, en este sentido, el LT ESS1 presenta la referencia de la introducción de conejos en Australia:

“En Australia, a fines del siglo XIX, para que los colonos pudieran practicar la caza, un grupo de ganaderos introdujo doce parejas de conejos, sin saber que allí no existían predadores naturales para esa clase de mamíferos” (ESS1, p.24).

La introducción con fines cinegéticos y pesca es relevante y tiene ejemplos conspicuos en Argentina. En este sentido, los LT mencionan principalmente al ciervo colorado como la especie introducida con fines de caza de mayor importancia; sin embargo, en la Patagonia, se introdujeron tres especies de ciervos, el ciervo colorado (*Cervus elaphus*), el ciervo dama (*Dama dama*) y el axis (*Axis axis*), todos ellos con fines de caza deportiva. Sin embargo, el único que se ha establecido y dispersado exitosamente en la Patagonia, y que representa una seria amenaza para los ecosistemas locales es el ciervo colorado (Relva *et al.*, 2014), lo que puede ser la causa de su mayor presencia en LT analizados. Del mismo modo ocurre con las especies de peces introducidas con fines de pesca, donde los LT mencionan prioritariamente a las truchas que fueron introducidas en los lagos patagónicos (*e.g.*, arco iris, marrón y de arroyo); los ejemplos incluyen especies que se encuentran en la mayor parte de las cuencas patagónicas (Relva *et al.*, 2014). Curiosamente, los salmónidos son considerados especies perjudiciales para los peces nativos, situación que se refleja en los libros de texto analizados; sin embargo, en la actualidad, estos peces, constituyen una fuente de ingreso económico para las personas que practican la pesca deportiva (Vigliano y Darrigran 2002). De este modo, se generan dos visiones de la realidad; por un lado, se encuentra el tratamiento que hacen quienes están preocupados por los daños ecológicos que se puede ocasionar sobre la biota nativa, y por el otro, el de quienes desarrollan las actividades de pesca deportiva como generadoras de ingresos económicos. De este modo, las introducciones de salmónidos se han convertido, por un lado, en culpables de un impacto ecológico y por otro, en promotores de un desarrollo económico (Vigliano y Alonso, 2007). Esto es destacado también por Lambertucci y Speziale (2011) quienes señalan que, en algunos casos, la actividad comercial humana valora las especies invasoras más que a las nativas, generando un comportamiento peligroso. Por ejemplo, el caso de las truchas y el ciervo colorado (*Cervus elaphus*) introducidos en Patagonia (Argentina y Chile) que son especies invasoras; sin embargo, representan un recurso económico para el turismo, caza y pesca deportiva. Por este motivo, los gobiernos de Argentina y Chile mantienen poblaciones saludables al establecer restricciones a la caza y pesca. En el campo de la educación, el desafío consiste en que los docentes desarrollen modos de aproximación adecuados al tratar esta temática, que les permita un abordaje que favorezca la

consideración de las distintas dimensiones que atraviesan al problema y que no se limiten sólo a destacar el impacto negativo que se presenta en los manuales.

Elaboración de indumentaria, cuero y piel de animales

La introducción voluntaria de animales exóticos invasores para la elaboración de indumentaria, uso de su cuero o piel estuvo representada en bajos porcentajes, tanto en textos de ESB como en ESS.

En la mayoría de los manuales de ESB, se ejemplificó a través de la introducción de castores para incentivar la industria peletera en Ushuaia (Argentina), así lo indican los siguientes párrafos presentes en ESB24:

“Para disponer de nuevos recursos, algunas especies son introducidas en un ambiente en el que se reproducen para luego ser utilizadas en las industrias textil, del cuero, etc. Es el caso, por ejemplo, de los castores canadienses liberados en el sur” (ESB24, p.149).

Asimismo, en el LT ESB27 se indica: “Existen especies que fueron introducidas en un ambiente gracias a la acción humana [...]. Por ejemplo, los castores, originarios de Canadá, se introdujeron en Ushuaia en 1946 con la intención de incentivar la industria peletera” (p.176). En el manual ESB28 también puede leerse: “Algunos, como el castor canadiense, fueron importados para su explotación comercial a través de la industria peletera” (p.247). También se presentó el caso de la introducción del visón americano “Los visones introducidos en los bosques patagónicos para la producción peletera fueron liberados al quebrar esa industria; se convirtieron en invasores y se alimentan de las aves nativas de la zona” (ESB22, p.261).

En lo que respecta al nivel ESS, sólo en uno de los manuales se encontró la referencia a la introducción de especies con fines peleteros, tal es el caso del libro ESS10: “Hace décadas, en Tierra del Fuego el clima frío permitió la instalación de industrias peleteras, y se introdujeron visones, zorros, conejos y castores, entre otras especies” (ESS10, p.275).

En relación con la introducción de especies animales para la confección de indumentaria a partir de la utilización del cuero y la piel, las referencias más abundantes hacen referencia a la introducción del castor canadiense (*Castor canadensis*) en Tierra del Fuego, las que indicaron puntualmente su introducción relacionada con la industria peletera. La mención reiterada de esta especie coincide con la relevancia que ha tenido su introducción en Argentina, sobre todo por el impacto que han causado estos animales en ciertas regiones del país. El castor, en Tierra del Fuego, es un animal emblemático; da

prueba de esto que el centro de esquí más importante de la provincia lleva el nombre de Cerro Castor (Fasanella y Lizarralde, 2015).

En relación a la introducción del visón americano (*Neovison vison*), la literatura resalta las buenas cualidades del pelaje y su fácil mantención en cautiverio, condiciones que determinaron que esta especie llegara a ser una de las más importantes en la industria peletera a nivel global; sin embargo, en la actualidad esta especie constituye el carnívoro exótico invasor de mayor distribución en Patagonia (Valenzuela, Sepúlveda, Cabello y Anderson, 2016).

En el campo de la educación es importante destacar, como recomendación, que el abordaje de la temática, referida a las invasiones biológicas considerando este tipo de introducciones, debería ser analizada teniendo en cuenta el contexto histórico vinculado a la introducción de especies; en este sentido, en la Patagonia, estas especies estuvieron relacionadas con aspectos sociales y económicos relacionados con la peletería. Esta es una manera de evidenciar que el contexto social en el que se circunscribe una especie exótica puede estar en contraposición con la realidad ecológica que requiere de su control (Speziale, Lambertucci, Carrete y Tella, 2012).

Liberación y escape de especies exóticas

La última subcategoría, dentro de la variable introducción voluntaria, es la consideración del escape de animales o la liberación de especies exóticas que fueron introducidos con fines productivos o de caza. En este caso, la introducción también es considerada como negligente, debido a que no se han tenido en cuenta las consecuencias de la liberación, o porque no se han tomado los recaudos necesarios para evitar el escape. Algunos ejemplos hallados en ESB y que hacen alusión a la evasión de organismos de sus zonas de cultivo o de cría fueron: “...Muchas especies exóticas se escapan de sus zonas de cultivo o de cría; entonces, se dice que se naturalizan; y muchas especies naturalizadas se convierten en invasoras y reemplazan a las nativas...” (ESB22, p.259), “Los visones introducidos en los bosques patagónicos para la producción peletera fueron liberados al quebrar esa industria; se convirtieron en invasores y se alimentan de las aves nativas de la zona” (ESB22, p.261).

Por su parte, en el LT ESS1 se indica:

“...En Australia, a fines del siglo XIX, para que los colonos pudieran practicar la caza, un grupo de ganaderos introdujo doce parejas de conejos, sin saber que allí no existían predadores naturales para esa clase de mamíferos. Algunos conejos se

escaparon de los predios que les habían destinado y rápidamente se reprodujeron...” (ESS1, p.23).

Otros LT referenciaron la liberación de los animales como producto del cierre de las explotaciones comerciales, debido a la baja rentabilidad de la actividad que involucra una especie exótica introducida y es liberada al ambiente natural:

“...Hace décadas, en Tierra del Fuego el clima frío permitió la instalación de industrias peleteras, y se introdujeron visones, zorros, conejos y castores, entre otras especies. Poco después, la propaganda a favor de la conservación de estos animales hizo que los tapados de piel pasaran de moda. La industria dejó de ser rentable y muchos animales fueron liberados y comenzaron a interactuar con los otros elementos del ecosistema...” (ESS10, p.275).

Esta subcategoría, que involucra a la liberación y escape de especies, también llamada introducción negligente, estuvo escasamente representada en los dos grupos de manuales. Los LT refieren, en general, a los escapes de animales que se producen de las zonas de cría. En este sentido, y tal como se menciona en la decisión XII/16 de la Conferencia de las Partes del Convenio de Diversidad Biológica (CDB, 2014), la introducción de especies exóticas invasoras como mascotas, especies de acuarios y terrarios, y como carnada viva y alimento vivo es una subcategoría de “escape” como vía de introducción.

En la Argentina, son varios los ejemplos que ilustran este tipo de introducción, tal es el caso del visón americano (*Neovison vison*) en Patagonia. También son consideradas como negligencias la liberación al medio natural de animales domésticos o de fauna silvestre utilizados como mascotas, donde se indicó a la ardilla de vientre rojo (*Callosciurus erythraeus*); este es un claro ejemplo de una especie introducida que se vuelve invasora no sólo por sus características biológicas, sino también por las conductas sociales y actividades ilegales como la captura y liberación de ardillas en nuevas áreas, y su comercio. Uno de los aspectos que favorecen la introducción de estos roedores está vinculado con la idea que muchas personas tienen, asumiendo que es una forma de enriquecer la fauna regional sumando una especie vistosa o al tenerla como mascota en estancias o sitios parquizados o turísticos, generalmente vinculados a emprendimientos privados (Borgnia, Benitez, Gozzi y Guichón, 2013).

En este estado de situación, resulta prioritario realizar acciones educativas que animen a los propietarios a mantener a las mascotas, ya sean perros o gatos, así como de la fauna silvestre, dentro de los límites de la propiedad para reducir sus impactos negativos en la vida silvestre (Plaza, Speziale, Zamora-Nasca y Lambertucci, 2019).

Resulta conveniente resaltar que las introducciones negligentes están vinculadas con otras que fueron desarrolladas precedentemente y que dan cuenta de la ausencia de reflexión de algunas personas respecto a las consecuencias de diferentes actividades que desarrollan. En esta línea se destaca la relación con la introducción voluntaria de especies para mascotismo, plantas ornamentales, animales para criaderos con fines alimenticios o peleteros. Asimismo, la negligencia se evidencia en las introducciones involuntarias como por ejemplo en el agua de lastre, ya que, aunque no haya plenamente voluntad de ingresar organismos, el problema está asociado al descuido o falta de control que puede derivar en una introducción.

5.1.6.1.2 Tratamiento de las diferentes formas de introducción involuntaria de EE

La introducción involuntaria de especies exóticas fue una categoría desarrollada en los LT del nivel ESB (28 %) y ESS (24 %) (Tabla 3.7). La presencia de la subcategoría relacionada con el *agua de lastre y bioincrustación* fue significativamente baja en los LT de los dos niveles educativos (16 % ESB *Prueba binomial*, p -valor=0,001; 18 % ESS, *Prueba binomial*, p -valor=0,013). Del mismo modo se presentó la subcategoría *cargamentos de productos agrícolas y ganaderos* (12 % ESB, *Prueba binomial*, p -valor=0,000 y 6 %, *Prueba binomial*, p -valor=0,000). En ambos casos, no hay asociación entre la inclusión de estas variables y los dos grupos de LT, (*Prueba exacta de Fisher*, p -valor > 0,05) (Tabla 3.9.).

Tabla 3.9. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, para las subcategorías que comprenden a la introducción involuntaria de especies exóticas. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). p = valor de la prueba binomial. 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=25)	<i>P</i>	ESS (n=17)	<i>P</i>	Prueba de independencia χ^2
Agua de lastre y bioincrustación	4 (16 %)	0,001	3 (18 %)	0,013	1,000(a)
Cargamentos de productos agrícolas y ganaderos	3 (12 %)	0,000	1 (6 %)	0,000	0,635(a)

Análisis cualitativo y discusión de las subcategorías de la introducción involuntaria

Agua de lastre y bioincrustación

Los LT de ESB incluyeron el transporte de organismos en el agua de lastre, tales como el alga asiática denominada Wakame (*Undaria pinnatifida*), en este sentido en el libro ESB24 se indica que: “Se cree que se introdujo adherida a los cascos de los barcos amarrados en el muelle de Puerto Madryn y de ahí comenzó a dispersarse” (ESB24, p.149). Por su parte, el molusco bivalvo conocido vulgarmente como mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) también fue incluido en las ejemplificaciones, tal es el caso de lo hallado en ESB25: “*Limnoperna fortunei* es un mejillón exótico de origen chino que colonizó rápidamente el Río de la Plata y los ríos Paraná y Paraguay. Se cree que llegó en el agua de lastre” (ESB25, p.15). Del mismo modo en ESB28 se plantea que “Otros foráneos ingresaron como polizones en cargueros. Tal es el caso del mejillón *Limnoperna fortunei*, originario de Asia”. (ESB28, p.248). También en el LT ESB29 se encontró esta referencia “...llegó del sudeste asiático, en el agua que transportan en su interior los barcos de carga” (p.169).

En el caso de las obras del nivel ESS, los ejemplos corresponden a introducciones realizadas en dos puertos de relevancia de Argentina, uno de ellos involucra al crustáceo denominado diente de perro (*Balanus spp.*):

“Un ejemplo de esta situación son los dientes de perro, que no existían en la Argentina antes de 1966. Se supone que los primeros ejemplares pueden haber llegado al puerto de Mar del Plata, adheridos al casco de los barcos procedentes del Pacífico Norte, en donde son abundantes. Desde Mar del Plata, se habrían expandido por las costas, hasta llegar a la Patagonia, en la década de 1980 [...] Entonces, al competir por el espacio y el alimento con otras especies, ganarían terreno aumentando sus poblaciones. En particular, los dientes de perro competirían con los mejillines por la superficie en la que se adhieren, lo cual podría tener consecuencias perjudiciales” (ESS3, p.68).

En el libro ESS10, se menciona la introducción del alga undaria o wakame: “En el mar, por ejemplo, muchas algas y pequeños invertebrados llegan adheridos a los cascos de buques provenientes de diversos lugares del mundo. Tal es el caso de la *Undaria pinnatifida*, un alga de gran tamaño que actualmente se extiende por las costas de Puerto Madryn” (ESS10, p.275). Finalmente, en el manual ESS17, también se indica que el molusco bivalvo denominado mejillón dorado fue introducido involuntariamente a través del agua lastre los barcos: “El mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*), que es oriundo de Asia, se está expandiendo en la Cuenca del Plata traído, tal vez, a través del agua de lastre de los buques transoceánicos” (p.112).

Es interesante poner de manifiesto que los LT que mencionaron el agua de lastre lo hicieron sin indicar el significado de este término, por lo que se puede suponer que, sin una explicación por parte del docente, los estudiantes no pueden comprender en qué consiste este tipo de introducción.

Aunque el ejemplo más conocido en el mundo, sobre introducción de una especie por agua de lastre, es el mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), que en la década de 1980 invadió Estados Unidos y Canadá a través de los Grandes Lagos (Costa Fernández y Carvalho Leal Neto, 2006), los ejemplos asociados a esta forma de introducción, que se hallaron en los LT corresponden al mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*). Si bien no es el único molusco que ha ingresado a través de esta vía en Argentina, es pertinente destacar que los LT utilicen un ejemplo situado, posicionándolo como un potencial tema de análisis para llevar a cabo con los estudiantes que empleen los textos.

Otros ejemplos hicieron mención a la incrustación de organismos a los cascos de los barcos; en este aspecto fueron ejemplificados a través del alga invasora *Undaria pinnatifida* y el crustáceo denominado diente de perro (*Balanus sp.*).

Cargamentos de productos agrícolas y ganaderos

Las expresiones halladas hacen referencia a la presencia de organismos que “viajan como polizones” junto con el cargamento, ya sea en el interior de los medios de transporte (barcos o aviones) o utilizando otros organismos como vectores. En este sentido, el libro ESB11 indica que: “También ocurrían accidentalmente, cuando, por ejemplo, insectos y roedores se colaban en los medios de transporte de los productos agrícolas”. (p.151). Del mismo modo, en ESB30 se revela que:

“En los barcos, también viajaron otros animales, de cola larga, que se subieron solos y sin pedir permiso. Las ratas y los ratones domésticos lograron una conquista más rápida que la del hombre, debido a la celeridad con que se reproducen y a la cantidad de crías que tienen por camada” (ESB30, p.200).

En el manual ESB27 se observa la mención de la utilización de otros organismos como vectores: “... la fiebre aftosa que ingresó al ambiente con el ganado vacuno fue responsable también de la disminución de venados de las pampas”. (p.172). Por su parte, en el libro ESS10, también se registró la referencia del ingreso involuntario de estas especies:

“De manera intencionada se han introducido especies de plantas comestibles y hortícolas, árboles de valor comercial, animales domésticos de trabajo o para la obtención de carne, aves de corral, etcétera; pero con ellos han viajado plagas, microorganismos patógenos y otros seres indeseados...” (p.275).

Las introducciones involuntarias asociadas a los cargamentos de productos agrícolas y ganaderos, fueron muy poco mencionadas. Las alusiones encontradas dan cuenta del ingreso como polizones de los barcos, principalmente de roedores, insectos, plantas, etc.

5.1.6.1.3 Tratamiento de las subcategorías de invasividad en los LT

En relación con la invasividad, o aspectos intrínsecos de una especie (tasa de reproducción elevada, masa corporal, abundancia...) que determinan el éxito que pueda tener una especie exótica invasora en el ambiente en el que ha sido introducida; en ambos grupos de manuales se hallaron referencias en sus páginas. En los manuales de ESB se encontró que el 60 % de ellos mencionaron este aspecto de las bioinvasiones, en tanto que en los LT de ESS mostraron un valor porcentual de 71 % (Tabla 3.7.).

Dentro de la categoría que contempla los aspectos intrínsecos de las especies exóticas (invasividad) en el proceso de bioinvasión, la *capacidad reproductiva* fue la subcategoría más frecuentemente mencionada en los LT de los dos niveles. No se registraron diferencias significativas en relación a la inclusión de esta subcategoría, tanto en los textos de ESB (56 %, *Prueba binomial, p-valor=0,690*) como en los de ESS (53 %, *Prueba binomial, p-valor=1,000*), estos resultados muestran independencia entre las variables nivel de los LT y la mención de la variable capacidad reproductiva ($\chi^2=0,38$; $gl=1$; $p-valor=0,845$) (Tabla 3.10.).

La presencia de la *expansión de la especie exótica* estuvo presente en niveles significativamente bajos en los dos grupos de LT (ESB 28 %, *Prueba binomial, p-valor=0,043*; ESS 18 %, *Prueba binomial, p-valor=0,013*); el test exacto de Fisher no muestra evidencia de asociación entre las variables (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,490*) (Tabla 3.10.).

La subcategoría *no todas las especies exóticas pueden convertirse en invasoras* fue significativamente baja en ambos grupos de textos (8 % ESB, *Prueba binomial, p-valor=0,000*; 18 % ESS, *Prueba binomial, p-valor=0,013*), resultados que muestran independencia en el nivel de los LT y la inclusión de esta subcategoría (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,379*).

Tabla 3.10. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, para las subcategorías que comprenden a las características intrínsecas de las especies exóticas (invasividad). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). *p* = valor de la prueba binomial. 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.

Sucategorías	ESB (n=25)	<i>P</i>	ESS (n=17)	<i>P</i>	Prueba de independencia χ^2
Capacidad reproductiva	14 (56 %)	0,690	9 (53 %)	1,000	0,845
Expansión de la especie exótica	7 (28 %)	0,043	3 (18 %)	0,013	0,490(a)
No todas las especies exóticas pueden ser invasoras	2 (8 %)	0,000	3 (18 %)	0,013	0,379(a)

Análisis cualitativo de las subcategorías de la invasividad

Capacidad reproductiva

En algunos LT de ESB, se pone en evidencia la capacidad reproductiva de las especies exóticas como una condición sin la cual no sería posible que tuvieran éxito. En este sentido, algunas expresiones señalan que tienen mayor facilidad para dejar descendencia, aumentan sin control, poseen ciclos de vida cortos, tasas de reproducción alta y aumentan su número en forma exponencial o geométrica. Algunos ejemplos observados son:

“...La ligustrina y el ligustro, por ejemplo, son plantas ornamentales muy difundidas. Se multiplican muy rápido e invaden los bosques y eliminan a las especies nativas, como ocurrió en Punta Lara, provincia de Buenos Aires [...] La liebre europea se reprodujo rápidamente en los pastizales pampeanos desde que se la introdujo a fines del siglo XIX y desplazó a diversos roedores nativos” (ESB22, p.259).

Del mismo modo, en el texto ESB25 se expresa “...Otro factor que contribuye a la pérdida de biodiversidad es la introducción de especies exóticas, las que en general son altamente invasoras, con ciclos de vida cortos, tasas de reproducción altas...” (ESB25, p.115).

En los manuales de ESS también se encontraron referencias tales como: “...Aislada de sus enemigos naturales, muy probablemente se origine una población de elevados niveles de abundancia, lo cual perjudicará directamente la producción si se trata de una especie que ataca algún cultivo...” (ESS9, p.73). Por su parte, el LT ESS11 indica que “[...] al ser introducidas por accidente, y ante la ausencia de los enemigos naturales de su lugar de origen, crecen en forma exponencial y adquieren el carácter de plaga...” (ESS11, p.131).

Expansión de la especie exótica

Algunas de las manifestaciones encontradas en los LT de ESB fueron: “A menudo se convierten en invasoras, porque además de persistir en el ambiente donde han sido introducidas, proliferan y se extienden más allá de determinados límites” (ESB1, p.186). En el libro ESB24 se resalta la propagación sin control de una especie exótica “...Una especie exótica se vuelve invasora cuando su población se propaga sin control y ocasiona desequilibrios ambientales...” (ESB24, p.149).

En los LT de ESS, también se hallaron referencias a esta característica de las especies exóticas invasoras, tal es el caso de lo que figura en ESS3: “[Dientes de perro] ...Desde Mar del Plata, se habrían expandido por las costas, hasta llegar a la Patagonia, en la década de 1980...” (ESS3, p.68).

5.1.6.2 No todas las especies exóticas pueden ser invasoras

En relación a la variable que implica que no todas las especies exóticas pueden convertirse en invasoras, algunos ejemplos encontrados tanto en ESB como en ESS indican: “...no todas las especies pueden sobrevivir en el nuevo ecosistema, pero de aquellas poblaciones que logran establecerse, algunas pueden convertirse en invasoras...” (ESB12, p.185). “...La introducción de especies exóticas tiene consecuencias negativas cuando se vuelven invasoras, pero no todas las plantas producen invasión...” (ESS4, p.235).

En relación con la invasividad, los aspectos más relevantes fueron aquellos que hacen alusión a las características reproductivas de la especie exótica; las expresiones señalan que las poblaciones tienen tasas de reproducción alta y aumentan su número en forma exponencial o geométrica, y poseen ciclos de vida cortos. Del mismo modo se evidenció el aspecto intrínseco que refiere a la expansión o dispersión de la especie exótica, que se halló en baja frecuencia en los dos grupos de manuales. Si bien en los manuales se encontró esta referencia, la misma consistió en señalar que las especies se extienden más allá de determinados límites y se expanden rápidamente en un área en particular.

Tomando en consideración lo que en Biología de las invasiones se conoce como regla del 10 %, y que indica que una de cada 10 poblaciones naturalizadas puede convertirse en invasora, la mayor parte de los LT no indicó este relevante aspecto del proceso de invasión.

Es conveniente destacar que los aspectos del proceso de invasión vinculados a las especies o intrínsecos fueron tratados del mismo modo en los LT de los dos niveles educativos, lo que indica que, en los textos destinados a los cursos más avanzados, no se realizó un tratamiento diferencial sobre este aspecto. También cabe mencionar, que cuando se mencionan estas características en los LT, no se indica que corresponde a una característica propia de la especie, por lo que resulta difícil que los estudiantes puedan construir una idea clara sobre estas características.

5.1.6.2.1 Tratamiento de las subcategorías de invasibilidad en los LT

Existen varios factores, ya sea bióticos o abióticos, que hacen que el ambiente receptor tenga mayor o menor probabilidad de ser invadido (invasibilidad), por ejemplo, la presencia de competidores o parásitos que hagan frente a la especie exótica, disponibilidad de alimento y factores climáticos, entre otros. El tratamiento de esta variable fue similar en ambos grupos de textos. En los manuales de ESB se encontró que el 48 % de ellos mencionaron este aspecto de las bioinvasiones, en tanto que en los LT de ESS mostraron un valor porcentual de 59 % (Tabla 3.7.).

La *ausencia de enemigos naturales* fue la subcategoría con mayor frecuencia de aparición en ambos libros de texto, hallándose en el 40 % (Tabla 3.11.) de los correspondientes a ESB (*Prueba binomial; p-valor=0,424*) y en el 53 % de los de ESS 18 % (*Prueba binomial; p-valor=1,000*). La prueba de independencia de Chi-cuadrado indica que no hay asociación entre las variables LT y la presencia de la subcategoría *ausencia de enemigos naturales* ($\chi^2=0,68$; $gl=1$; $p\text{-valor}=0,408$).

La subcategoría *elevada disponibilidad de alimento* fue referenciada en porcentajes significativamente bajos en ambos LT (20 % ESB *Prueba binomial; p-valor=0,004*; 6 % ESS, *Prueba binomial; p-valor=0,000*), evidenciando que no existe una relación entre las dos variables en cuestión (Tabla 3.11).

Tabla 3.11. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, para las subcategorías que comprenden a las características propias del ambiente (invasibilidad). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). *p* = valor de la prueba binomial. 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.

Subcategorías	ESB (n=25)	<i>p</i>	ESS (n=17)	<i>p</i>	Prueba de independencia χ^2
Ausencia de enemigos naturales	10 (40 %)	0,424	9 (53 %)	1,000	0,408
Elevada disponibilidad de alimento	5 (20 %)	0,004	1 (6 %)	0,000	0,374(a)

Análisis cualitativo de las subcategorías de la invasibilidad

Ausencia de enemigos naturales

La ausencia de enemigos naturales estuvo presente en los textos de los dos grupos, algunos ejemplos encontrados dan cuenta de las ventajas que pueden tener las especies exóticas invasoras al llegar a un determinado hábitat, tal es el caso de lo mencionado en ESB3: "...Aparición de una especie exótica: cuando se introduce una especie en un hábitat, generalmente, esta no tiene depredadores naturales ...” (ESB3, p.155). Del mismo modo, un ejemplo similar y situado fuera de la Argentina es hallado en ESS8: "...Cuando se introduce una especie no nativa en un ambiente natural, puede ocurrir que no existan predadores para dicha especie y puede llegar a convertirse en una plaga, como sucedió con los conejos en Australia...” (ESS8, p.180).

En el texto ESB1, se mencionó también la ausencia de parásitos con los que la especie coexistía en su lugar de origen: "...Estas especies denominadas exóticas no tienen los predadores ni los parásitos con los que convivían en su lugar de origen, por lo que sobreviven más tiempo...” (ESB1, p.186).

Elevada disponibilidad de alimento

La presencia de la subcategoría *elevada disponibilidad de alimento* no fue muy relevante en los dos grupos de LT (Tabla 3.10.). A modo de ejemplo se indica lo expresado en el manual ESB23: "...Aquí, los gorriones encontraron suficiente alimento y compitieron con los chingolos (autóctonos) por el alimento...” (ESB23, p.121).

Otros libros presentaron ambas características, *ausencia de enemigos naturales* y *elevada disponibilidad de alimento*: "...Por otro lado la paloma común o doméstica, introducida en la Argentina hace décadas, no tiene predadores naturales y encuentra

abundante alimento provisto por los amantes de las aves y por las panaderías...” (ESB27, p.21).

En lo concerniente a la susceptibilidad del ecosistema receptor o susceptible de ser invadido (*e.g.*, invasibilidad), cerca de la mitad de los manuales de ambos grupos incluyeron este aspecto en sus páginas (48 % ESB; 59 % ESS). Dentro de esta categoría sólo se evidenciaron dos aspectos, uno de los cuales, y el que en mayor frecuencia se halló en los dos grupos de LT, refiere a la ausencia de enemigos naturales o hipótesis de liberación del enemigo natural (Santamaría, Pericàs, Carrete y Tella, 2008). Esta hipótesis predice que las especies exóticas tienen éxito en la invasión en la nueva área de distribución debido a una falta de sus enemigos naturales especialistas, los cuales controlan sus poblaciones en su área de distribución natural (Carrillo-Gavilán, 2011). Otro aspecto vinculado a las características del ambiente que se encontró en la revisión, corresponde a la disponibilidad de alimento, categoría poco representada en ambos grupos de manuales.

5.1.6.2.2 Tratamiento de las subcategorías de impacto ecológico en los LT

Las consecuencias ecológicas que provocan las invasiones biológicas, frente a las sanitarias y económicas, fueron las que mayor presencia tuvieron en ambos grupos de manuales (Tabla 3.7.), a su vez incluyeron diversas subcategorías con diferentes frecuencias (Tabla 3.12.).

La subcategoría *compite, desplaza y extingue a las especies nativas* fue la de mayor relevancia en los dos grupos de LT: la presencia en los libros de ESB fue del 68 % (*Prueba binomial; p-valor=0,108*), en tanto que en los correspondientes a ESS fue del 76 % (*Prueba binomial; p-valor=0,04*), si bien en este grupo de libros, la presencia de este aspecto presentó diferencias significativas, la prueba de independencia indica que no hay asociación entre los niveles de los LT y el tratamiento de este punto (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,731*) (Tabla 3.12.).

Tabla 3.12. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, de las subcategorías relativas al impacto ecológico provocado por las invasiones biológicas. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). *p* = valor de la prueba binomial. 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.

Subcategorías	ESB (n=25)	<i>P</i>	ESS (n=17)	<i>P</i>	Prueba de independencia χ^2
Compite, desplaza, extingue a las especies nativas	17 (68 %)	0,108	13 (76 %)	0,040	0,731(a)
Alteran el ambiente	7 (28 %)	0,043	2 (12 %)	0,002	0,271(a)
Altera el equilibrio de los ecosistemas	6 (24 %)	0,015	3 (18 %)	0,013	0,716(a)
Altera cadenas y redes tróficas	6 (24 %)	0,015	3 (18 %)	0,013	0,716(a)
Se convierte en plaga	5 (20 %)	0,004	6 (35 %)	0,332	0,305(a)
Pérdida de biodiversidad	2 (8 %)	0,000	3 (18 %)	0,013	0,379(a)
Hibridación	1 (4 %)	0,000	2 (12 %)	0,002	0,556(a)

Los libros de texto de los dos grupos mencionaron, en proporciones similares (Tabla 3.12.), la subcategoría *alteran el ambiente* en relación a los cambios que la presencia de especies exóticas invasoras puede provocar en el medio. Los resultados indican que la presencia de esta variable fue significativamente baja en ambos niveles, encontrándose en el 28 % de los manuales de ESB (*Prueba binomial; p-valor=0,043*) y en el 12 % de ESS (*Prueba binomial; p-valor=0,002*), resultados que muestran la falta de asociación entre las dos variables, es decir que el grupo al que pertenezcan los LT no se asocia con la inclusión de esta variable (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,271*).

La *alteración del equilibrio de los ecosistemas* fue otro de los aspectos vinculados con el impacto ecológico presente en los LT de los dos niveles educativos. La inclusión de este impacto fue significativamente baja en los dos grupos de manuales (24 % ESB, *Prueba binomial; p-valor=0,015*; 18 % ESS, *Prueba binomial; p-valor=0,013*), mostrando independencia en las variables niveles de LT y la inclusión de la subcategoría (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,716*) (Tabla 3.12.).

La *alteración de cadenas y redes tróficas* como impacto ecológico producido por las especies invasoras, estuvo presente en los manuales de ambos grupos con bajas frecuencias: 24 % ESB (*Prueba binomial; p-valor=0,015*) y 18 % ESS (*Prueba binomial; p-valor=0,013*), mostrando independencia entre el nivel educativo de los LT y el tratamiento de esta variable (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,716*) (Tabla 3.12.).

Algunos libros de texto conceptualizaron el impacto ecológico indicando que las especies exóticas *se convierten en plaga*; en este sentido, la presencia en los manuales de ESB fue significativamente baja (20 %, *Prueba binomial; p-valor=0,004*), en tanto que

en los LT de ESS el valor porcentual fue levemente mayor no mostrando diferencias significativas con el valor teórico esperado (35 %, *Prueba binomial*; $p\text{-valor}=0,332$); el test de independencia indicó que no hubo asociación entre las variables analizadas (*Prueba exacta de Fisher*; $p\text{-valor}=0,305$).

Otros manuales identificaron a las invasiones biológicas como causa directa de *pérdida de biodiversidad*. Si bien se encontró esta referencia, su presencia en ambos grupos de manuales fue significativamente baja, así lo indica el 8 % hallado en los LT de ESB (*Prueba binomial*; $p\text{-valor}=0,000$) y el 18 % de ESS (*Prueba binomial*; $p\text{-valor}=0,013$), resultados que indican independencia entre los grupos de LT y la inclusión de la variable (*Prueba exacta de Fisher*; $gl=1$; $p\text{-valor}=0,379$) (Tabla 3.12.).

La presencia del impacto genético (*hibridación*) también fue significativamente baja para los dos niveles de LT, siendo tratado en el 4 % de los textos de ESB (*Prueba binomial*; $p\text{-valor}=0,000$) y en 12 % de ESS (*Prueba binomial*; $p\text{-valor}=0,002$), (Tabla 3.12.). Estos resultados dan cuenta que la presencia de esta variable en ambos grupos de manuales no presenta diferencias significativas, es decir, su inclusión es independiente del nivel al que pertenezca el LT (*Prueba exacta de Fisher*; $p\text{-valor}=0,556$).

Análisis cualitativo y discusión de las subcategorías del impacto ecológico

Compite, desplaza, extingue a las especies nativas

El impacto ecológico relativo a que las especies invasoras compiten, desplazan y extinguen a las especies nativas fue el más relevante en los dos grupos de LT. Algunos ejemplos encontrados son: "...la introducción de especies exóticas, que compiten por los recursos con las especies autóctonas, propias de un determinado lugar..." (ESB8, p.155). También en el libro ESB13 se hizo referencia a este aspecto: "...la introducción de especies exóticas, como la rosa mosqueta, los castores y el ciervo colorado, ocasiona la extinción de especies nativas como consecuencia de la competencia por el alimento y el espacio..." (ESB13, p.83).

Del mismo modo, los manuales de ESS también mencionaron la diferencia de eficiencia entre una especie introducida y una nativa: "...Por ejemplo, una especie introducida podría ser más eficiente en usar un recurso del ambiente y competir con especies nativas..." (ESS5, p.198).

Alteran el ambiente

Los libros de texto de los dos grupos mencionaron también que la invasiones biológica alteran el ambiente. Los argumentos hallados en algunos manuales de ESB son los siguientes: “...Se han introducido especies foráneas que alteran gravemente el entorno...” (ESB6, p.240). El LT ESB28 utilizó el ejemplo de los castores introducidos en la Patagonia Argentina: “...Además pueden provocar grandes alteraciones en el medio, como ocurrió con los castores en la Patagonia...” (ESB28, p.246).

Por su parte, los manuales de ESS también presentaron esta conceptualización, en algunos casos utilizaron ejemplos que incluyen al castor: “La introducción de los castores tuvo un gran impacto en los ecosistemas de Tierra del Fuego, pues talan desde el tronco muchos árboles nativos para construir sus diques” (ESS10, p.275). La modificación del ambiente provocada por la invasión de un vegetal exótico fue hallada en el libro ESS12, en este sentido se da el ejemplo de la introducción de la caña común o caña brava (*Arundo donax*): “Si el cultivo se extendiera a hábitats naturales, las consecuencias serían alarmantes no solo a nivel ambiental...” (ESS12, p.140).

Alteración del equilibrio de los ecosistemas

La alteración del equilibrio de los ecosistemas fue otro de los aspectos vinculados con el impacto ecológico, los ejemplos hallados en los manuales de ESB señalan que: “...El equilibrio de un ecosistema es muy fácil de alterar si se produce cualquier perturbación natural, como las sequías, las inundaciones o las erupciones volcánicas. Este equilibrio puede alterarse, también debido a la intervención del hombre, por ejemplo, cuando se introducen especies exóticas...” (ESB4, p.89). Del mismo modo en el LT ESB24 se presenta un ejemplo situado en un parque nacional de Argentina: “...por ejemplo, en el Parque Nacional El Palmar, ubicado en la provincia de Entre Ríos, fueron introducidas dos especies exóticas provenientes de Europa, que causaron graves alteraciones al equilibrio del ecosistema natural...” (ESB24, p.149).

Igualmente, en los LT de ESS se encontraron expresiones tales como: “...Generalmente, la introducción de una especie en un ecosistema afecta su equilibrio: las especies de una región están adaptadas a las condiciones locales y dependen de los recursos determinados que allí encuentran...” (ESS1, p.40).

Alteración de cadenas y redes tróficas

La alteración de cadenas y redes tróficas estuvo presente en los manuales de ambos grupos, un ejemplo de este impacto ecológico en los libros de ESB es:

“...compiten exitosamente con las especies nativas por el hábitat y el alimento, modificando las relaciones tróficas dentro del ecosistema...” (ESB1, p.186).

De igual manera, en ESS también se encontró la presencia de este impacto: “...La introducción de especies exóticas para obtener un beneficio afecta a las cadenas tróficas originales y altera las relaciones entre especies...” (ESS8, p.215). De igual forma, en ESS15: “...La introducción de una especie en un ecosistema, de forma deliberada o no, puede tener efectos nocivos sobre la red...” (ESS15, p.135).

Se convierte en plaga

Algunos libros de texto conceptualizaron el impacto ecológico indicando que las especies exóticas se convierten en plaga. Algunos LT mencionaron ejemplos de invasiones ocurridas fuera de la Argentina, tal es el caso del conejo europeo introducido en Australia (ESB20, ESS8) y la mangosta en Jamaica (ESB30): “...A mediados de 1800, el conejo europeo fue introducido accidentalmente en Australia y proliferó hasta convertirse en una plaga para la agricultura...” (ESB20, p.75). “...Hasta que, en 1872, llevaron a Jamaica nueve mangostas y, en pocos meses, el problema estaba resuelto. ¿Resuelto? La felicidad duró poco, una plaga dio paso a la otra...” (ESB30, p.200).

Por su parte, el libro ESS15 menciona la introducción del castor en Tierra del Fuego: “...Los castores fueron introducidos en Tierra del fuego en 1946. Son una plaga y una gran amenaza para el ecosistema...” (ESS15, p.135).

Pérdida de biodiversidad

La pérdida de biodiversidad fue incluida en los LT, algunos ejemplos de lo hallado indican: “...Otro factor que contribuye a la pérdida de biodiversidad es la introducción de especies exóticas...” (ESB25, p.115).

En ESS se pone de relevancia la consideración de las invasiones biológicas como una de las principales causas de pérdida de biodiversidad: “...Se estima que las invasiones son la segunda causa principal de la pérdida de biodiversidad global, siendo la destrucción de hábitats la primera...” (ESS4, p.208). En esta misma línea se encuentra lo hallado en ESS5: “...Las principales causas de la pérdida de biodiversidad son la destrucción de hábitats naturales para extender zonas urbanas y agrícolas, la invasión de especies que se introducen deliberadamente o de modo accidental con el comercio...” (ESS5, p.169).

Hibridación

La representación del impacto genético fue significativamente baja en los dos niveles educativos (4 % ESB y 12 % ESS) (Tabla 3.12.). En el texto ESB24 se indica que, entre las alteraciones ecológicas más importantes relacionadas con las invasiones biológicas, se encuentra el impacto genético: "...la alteración genética producida por la cruce de diferentes especies que a veces dan como resultados individuos híbridos..." (p.146).

Del mismo modo, en el texto ESS6, se menciona que la introducción de especies invasoras puede provocar la pérdida de biodiversidad genética de las poblaciones naturales; en tanto que el manual ESS10 presenta un ejemplo de la introducción de la abeja africana en América del Sur: "...A mediados del siglo pasado se introdujo en América del Sur una especie de abeja llamada abeja africana (*Apis mellifera scutellata*). Las abejas africanas se cruzaron con las especies locales y dieron origen a las abejas africanizadas, que rápidamente se dispersaron por todo el continente americano..." (ESS10, p.279).

En relación a los tres tipos de impacto que pueden provocar las especies exóticas (ecológico, sanitario y económico), el impacto ecológico fue el más destacado en los textos analizados de los dos grupos de manuales ($\pm 90\%$). Estos resultados coinciden con los hallados por Campos *et al.*, (en prensa), quienes analizaron libros de texto de la escuela secundaria de Argentina y por Vilches *et al.*, (2014) que estudiaron las respuestas de estudiantes que estaban finalizando el profesorado en Biología.

Dentro del impacto ecológico, la subcategoría que implica la competencia, desplazamiento y extinción de las especies nativas fue la más relevante, este resultado pone de manifiesto que son las especies, como componentes de la biodiversidad, las que se ven afectadas. Esto acompaña la idea de considerar en mayor medida el componente específico de la biodiversidad, ubicando así, en el centro de la escena a la especie como mecanismo de la pérdida de biodiversidad, mención que fue destacada en estudios realizados en libros de texto españoles y argentinos de la escuela secundaria (Bermúdez, De Longhi, Díaz y Gavidia, 2014; Bermúdez y Nolli, 2015).

También se encontraron menciones que señalan la alteración del ambiente, alteración de cadenas alimentarias y pérdida del equilibrio ecológico. La idea de pérdida de equilibrio ecológico, fue considerado el impacto más importante por estudiantes argentinos de los profesorados de Biología y Geografía (Vilches, Legarralde, Ramírez, Darrigran, 2015). La metáfora del equilibrio de la naturaleza se considera una de las más

antiguas y generalizadas ideas, en el campo de la ecología, que han dado forma a la práctica de la gestión científica y ambiental; Zimmerman y Cuddington (2007) señalan que se ha utilizado para explicar el funcionamiento de los sistemas naturales desde tiempos antiguos y continúa siendo invocada en la cultura popular, a pesar de la controversia con respecto a su uso en la comunicación científica. En esta línea, Hovardas y Korfiatis (2011) expresan que las metáforas como la del equilibrio ecológico pueden contribuir a generar errores conceptuales en el alumnado.

En lo concerniente a la alteración genética (hibridación), que pueden causar las invasiones biológicas, se observó un bajo nivel de mención en los LT. Esta ausencia coincide con lo hallado por diferentes autores que analizaron la conceptualización de la biodiversidad en libros de texto, y evidenciaron una escasa representación de la dimensión genética de biodiversidad (Bermúdez, De Longhi, Díaz y Gavidia, 2014; Bermúdez y Nolli, 2015).

5.1.6.2.3 Tratamiento del impacto sanitario en los LT

La presencia del impacto sanitario en los libros de texto fue significativamente baja en ambos grupos (12 % ESB, *Prueba binomial; p-valor=0,000* y 24 % ESS, *Prueba binomial; p-valor=0,040*), lo que indica que existe independencia entre las variables LT y la inclusión de este impacto (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,124*) (Tabla 3.7.).

En general, en algunos LT se destaca el posible contagio o transmisión de enfermedades propias de las especies introducidas que afectan a las especies autóctonas, tal es el caso de lo hallado en ESB24: "...la introducción de enfermedades que aniquilan las especies autóctonas." (p.149) y en ESS4: "Entre ellas se encuentran las poblaciones de roedores, como las lauchas, que han prosperado, lo cual representa un problema sanitario, ya que son vectores de enfermedades." (p.223); en otras ocasiones se refiere a enfermedades asociadas al ganado doméstico que perjudican a las nativas, tal como se expresa en ESB18: "La demanda de mascotas exóticas alimenta un negocio muy lucrativo: el tráfico ilegal de animales silvestres. Esto causa enfermedades y destrucción del hábitat." (p.120); del mismo modo, en el LT ESB27 se indica: "...algunas enfermedades introducidas accidentalmente o adrede en los ambientes. En nuestro ejemplo, la fiebre aftosa que ingresó al ambiente con el ganado vacuno fue responsable también de la disminución de venados de las pampas" (p.176). Por su parte, en los LT de ESS también se hallaron estos ejemplos: "La introducción de especies siempre incluyó animales domesticados para el trabajo o el consumo, o plantas, pero también, plagas y

organismos causantes de enfermedades.” (ESS1, p.176); también se indica a las palomas (*Columba livia*) “...Las palomas transmiten algunas enfermedades, como histoplasmosis, criptococosis y psitacosis.” (p.21) y las ardillas de vientre rojo (*Callosciurus erythraeus*) como transmisoras de enfermedades (ESB27).

“En las provincias de Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba existe una invasión de ardillas de vientre rojo que fueron introducidas accidentalmente. Han provocado algunos desequilibrios ambientales, como numerosos daños a árboles autóctonos y son potenciales transmisores de algunas enfermedades”(ESB27, p.176).

5.1.6.2.4 Tratamiento del impacto económico en los LT

Las consecuencias económicas causadas por las especies invasoras también fueron tratadas en los LT de los dos grupos, siendo mayor la frecuencia encontrada en ESS (35 %, *Prueba binomial; p-valor=0,332*) que en ESB (20 %, *Prueba binomial; p-valor=0,004*), aunque hubo independencia entre los LT y la inclusión de esta categoría (*Prueba exacta de Fisher; gl=1; p-valor=0,305*) (Tabla 3.7.).

El abordaje encontrado en los manuales refiere principalmente a daños provocados directamente sobre la infraestructura humana (*e.g.* cables de teléfono, centrales atómicas, plantas potabilizadoras de agua...), sobre los cultivos o plantaciones forestales. En ESB1 se hace alusión a lo provocado por la ardilla de vientre rojo: “... ¿los indicios? Cables de teléfono, luz y televisión dañados, sistemas de riego agujereados, árboles descortezados y flores y frutos rapiñados a dentellada limpia...” (ESB1, p.186). Por su parte, en ESB29 es señalado el mejillón dorado: “...Este animal [mejillón dorado] está ocasionando muchos problemas. Vive adherido a distintas rocas y construcciones, lo que genera un gran inconveniente para el correcto funcionamiento de las plantas potabilizadoras de agua...” (ESB29, p.169).

En ESS10 se pone de relieve el impacto negativo que pueden producir pérdidas monetarias: “...Estas nuevas especies pueden generar un impacto negativo en los procesos naturales o en las actividades humanas, con el riesgo de producir pérdidas monetarias...” (ESS10, p.279). Del mismo modo en el LT ESS12, haciendo referencia al cultivo de la caña común o caña brava (*Arundo donax*) se menciona el posible impacto económico que puede generar “...Si el cultivo se extendiera a hábitats naturales, las consecuencias serían alarmantes no solo a nivel ambiental, sino también económico” (ESS12, p.140).

Si bien las bioinvasiones tienen consecuencias ecológicas importantes sobre los ecosistemas naturales, también son relevantes tanto el impacto económico como el

sanitario; sin embargo, estos fueron escasamente abordados en los LT de ambos grupos (ESB y ESS), lo que pone en evidencia la falta de reconocimiento que las editoriales realizan acerca de los impactos que pueden causar las invasiones biológicas. Existe evidencia de que, en Europa, las especies exóticas invasoras (EEI) provocan mayor impacto económico que ecológico (Vilá *et al.*, 2010); del mismo modo, Zilio (2019) señala lo propio para el territorio argentino. En lo concerniente a la salud, también es notable el impacto de las EEI sobre la salud humana, tal como lo indican Bacher *et al.*, (2017) en relación al mosquito tigre (*Aedes albopictus*). Entre otros ejemplos se encuentra el dengue, causado por un virus introducido y dispersado por una especie de mosquito también exótica (*Aedes aegypti*), que en la temporada 2019-2020, los casos de dengue en Argentina marcaron el mayor número de la historia del país. Otras enfermedades como el cólera, el zika y la fiebre chikungunya también están vinculadas con patógenos y vectores exóticos invasores (García Nowak, 2021).

Es pertinente destacar que las invasiones biológicas constituyen una problemática ambiental y, como tal, afectan tanto el ambiente natural, como a la economía y la salud de la población humana (Darrigran, 2002; GISP, 2005; Capdevila, *et al.*, 2006; Darrigran y Damborenea, 2006). Resultados similares fueron hallados por Vilches *et al.*, (2014), en los que estudiantes de profesorado de Ciencias Biológicas presentan dificultades para identificar los impactos económicos y sanitarios.

5.1.6.3 Análisis conjunto de las categorías que determinan la profundidad del tratamiento de los conceptos.

En relación al grado de complejidad que presentan los diferentes libros de texto en el abordaje del proceso de invasión biológica también se realizó un análisis conjunto de las variables introducción voluntaria e involuntaria, invasividad, invasibilidad e impacto ecológico, económico y sanitario. Los resultados del análisis multivariado de correspondencias múltiples (ACM) permiten determinar el conjunto de categorías más importantes en la diferenciación de los LT, así como identificar aquellos LT que presentan la conceptualización de las invasiones biológicas más completa, es decir, los que hayan empleado mayor cantidad de categorías (variables) de análisis correspondientes al proceso de invasión: introducción voluntaria (VOL), introducción involuntaria (INVOL), invasividad (CEE), invasibilidad (CAMB) e impacto ecológico (IECOL), económico (IECON) y sanitario (ISAN).

Los resultados del ACM indican que más del 50 % de la varianza es explicada por dos de las siete variables analizadas. En el gráfico de sedimentación (Figura 3.4.) muestra las 7 dimensiones con el valor propio y el porcentaje de inercia de cada una. El primer factor, con un valor propio de 0,392 concentra un 39,239 % de la inercia (varianza), en tanto que el segundo factor presenta un valor propio de 0,174 (17,416 %). Estos resultados indican que hay un 56,654 % de la inercia total de los datos explicada por las dimensiones incluidas en el modelo, (39,24 % explicada por la primera dimensión, eje 1 y 17,42 % explicada por la segunda eje 2) por lo que es adecuado delimitar el análisis a estos dos factores.

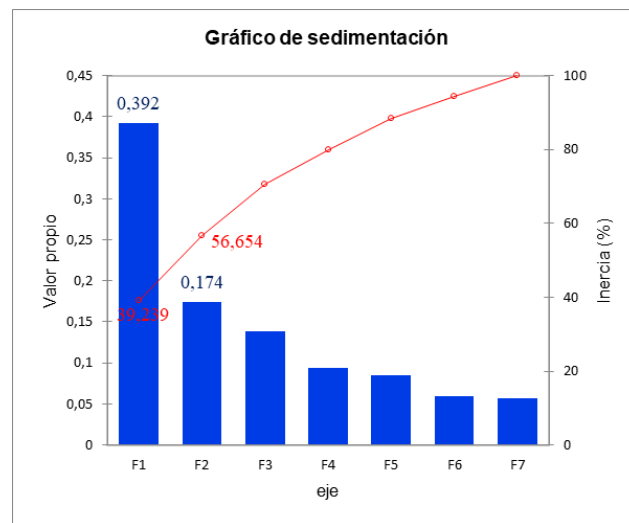


Figura 3.4. Gráfico de sedimentación con los valores propios (barras azules) y porcentajes de inercia (línea roja) para las 7 dimensiones (F1, F2, F3, F4, F5, F6 y F7) del análisis multivariado de correspondencias múltiples (ACM).

Los resultados del ACM se representan en un *biplot* (Figura 3.5.) y el análisis de los mismos indica que los 42 LT analizados (en el *biplot*, puntos azules asociados a los códigos de los 42 LT) se pueden dividir en 4 grupos (A en morado; B en naranja; C en rojo y D en azul) según su grado de profundidad en el tratamiento del proceso de invasión biológica, es decir, según abordan un mayor número de categorías o variables (puntos rojos asociados a las abreviaturas *VOL*, *INVOL*, *CEE*, *CAMB*, *IECOL*, *IECON*, *ISAN*). La disposición de los puntos sigue un patrón que describe la asociación de los LT con las categorías de análisis empleadas. De este modo, los LT que aparecen más cerca, tienen coordenadas similares en ambos ejes, y presentan características afines. Por su parte, las categorías que se encuentran próximas en el plano, están asociadas en general, con las mismas categorías de las restantes variables, tal como se muestra en la Tabla de Burt

(Anexo III) y porque se encuentran presentes globalmente en el mismo conjunto de LT, como lo indica la tabla disyuntiva (Anexo IV).

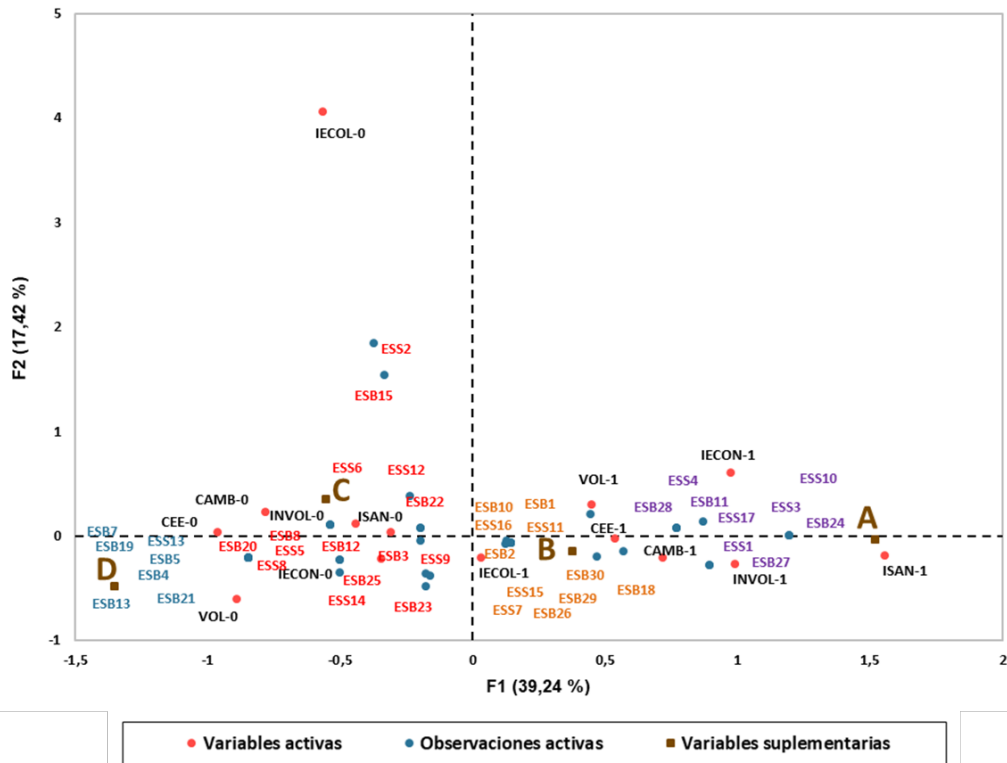


Figura 3.5. *Biplot* correspondiente al Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM) en el que se observan las variables activas (puntos rojos asociados a VOL, INVOL, CEE, CAMB, IECOL, IECON, ISAN; Presetnes: -1; Ausentes:-0), las observaciones activas (puntos acules asociadas a los códigos de los 42 LT) y las variables suplementarias (cuadrados marrones asociados a los cinco grupos de libros: A, B, C, D y E) en el plano factorial. A: Grupo de libros que abordan 6-7 variables (código del libro en color morado). B: Grupo de libros que abordan 4-5 variables (código del libro en color naranja). C: Grupo de libros que abordan 2-3 variables (código del libro en color rojo). D: Grupo de libros que abordan 1 variable (código del libro en color azul).

De acuerdo a la distribución de los LT, se puede decir que aquellos que se encuentran en la parte derecha del *biplot* (Grupo A), son los que incluyen mayor cantidad de categorías o variables (6 y 7) en el abordaje de la temática, por lo tanto, son los que poseen mayor complejidad en el tratamiento. En este sentido, los LT ESB11, ESB24, ESB27, ESB28, ESS1, ESS3, ESS4, ESS10 y ESS17, están vinculados con el tratamiento de la mayoría de las categorías concernientes con el proceso de invasión; en general refieren a los tres tipos de impacto que pueden ocasionar las especies exóticas invasoras, este aspecto es central, si se tiene en consideración que tanto el impacto sanitario (*ISAN*) y el económico (*IECON*), mostraron muy bajos valores porcentuales de presencia en los dos grupos de LT analizados. De esta manera, los LT que se encuentran en este grupo, son los que mayor grado de apertura tienen en el abordaje del tema de estudio.

Por su parte, el grupo de LT que presentan entre 4 y 5 categorías en su abordaje (Grupo B); está formado por ESB1, ESB2, ESB10, ESB18, ESB26, ESB29, ESB30, ESS7, ESS11, ESS15, ESS16. La totalidad de los LT de este grupo incluyen al impacto ecológico (*IECOL*) y las características de la especie o invasividad (*CEE*); además las características del ambiente (invasibilidad) (*CAMB*) y la introducción voluntaria (*VOL*) son categorías usadas frecuentemente en estos textos. En cambio, en general no presentan información acerca de la introducción involuntaria (*INVOL*), del impacto económico (*IECON*) y sanitario (*ISAN*), modalidades de las variables que están a la derecha del *biplot* (Figura 3.5.).

El grupo de LT que presenta un índice de complejidad bajo (Grupo C), puesto que aborda 2 y 3 categorías, está constituido por los textos ESB3, ESB8, ESB12, ESB15, ESB20, ESB22, ESB23, ESB25, ESS2, ESS5, ESS6, ESS8, ESS9, ESS12 y ESS14. Estos LT incluyen el impacto ecológico (*IECOL-1*) como consecuencia de las invasiones biológicas, a excepción de los LT ESB15 y ESS2 que no lo incluyen en sus páginas y están más relacionados con *IECOL-0* (Figura 3.5.). Los textos de este grupo también se vinculan con la introducción voluntaria (*VOL*) y las características de las especies exóticas o invasividad (*CEE*).

El grupo de textos que presentan un índice de complejidad muy bajo (Grupo D), está formado por ESB4, ESB5, ESB7, ESB13, ESB19 y ESS13. Se caracterizan por utilizar el impacto ecológico (*IECOL*) como única variable para conceptualizar a las invasiones biológicas. En el gráfico del ACM están ubicados a la izquierda del factor 1 ya que están muy relacionados con la ausencia de la mayoría de las variables.

Al considerar las proyecciones en el eje 1 (horizontal) de las 14 modalidades que corresponden a las 7 variables o categorías, se observa que se ordenan de izquierda a derecha del primer factor, desde “*CEE-0*”, “*VOL-0*” hasta “*ISAN-1*”. En los extremos se ubican los LT que presentan mayor diferencia; de este modo el factor 1 opone los LT que incluyen una sola categoría con los de mayor complejidad.

Partiendo de lo explicitado, del análisis de los resultados emerge como particularidad, que si bien los textos analizados pueden agruparse en distintos conjuntos según la complejidad con que abordan la temática, se observa que en cada uno de ellos coexisten LT destinados a distintos niveles educativos, evidenciando ausencia de asociación entre los dos grupos analizados (ESB y ESS) y el tratamiento de las diferentes categorías vinculadas al proceso de invasión; en este orden, podría esperarse que los textos producidos por las editoriales, y cuya finalidad es que sean utilizados en los cursos

superiores de la escuela secundaria, otorgaran un tratamiento más complejo y profundo al contenido en cuestión, a diferencia de aquellos que se destinan a los cursos inferiores. Por otra parte, la dispersión de temas y de apartados en los que figuran estas nociones, tanto en los diseños curriculares como en la estructura textual, muestra la versatilidad que ofrecen estos contenidos para trabajarlos en el aula de clase (e.g., textos, paratextos, lecturas complementarias, etc.). Al respecto, una reflexión que puede resultar útil es la vinculada a aquellos contenidos de enseñanza que no están presentes en el diseño curricular en forma explícita y que, por tanto, no se enseñan o que se enseñan de modo superficial por considerarlos temas accesorios, secundarios o menores en relación al resto. De este modo, su presencia poco manifiesta, acaso promueva que la inclusión de los mismos, su profundidad y el estatus que se les otorga quede a criterio de los autores o de las editoriales. Tal vez estas ideas deberían ser consideradas en una discusión profunda que conduzca a explicar la razón de la coexistencia en un mismo grupo de libros de texto tanto de ESB como de ESS.

5.1.7 Ejemplos de especies invasoras mencionadas en los libros de texto y discusión

La presencia de ejemplos de especies exóticas invasoras, tanto referidas a Argentina como de otros países, fue estadísticamente significativa en los dos grupos de LT (92 % ESB, *Prueba binomial*; p -valor=0,000 y 82 % ESS, *Prueba binomial*; p -valor=0,013), no habiendo diferencias significativas entre los dos conjuntos de textos (*Prueba exacta de Fisher*; p -valor= 0,379) (Tabla 3.13.). Mayoritariamente, los ejemplos encontrados hacen referencia a especies exóticas que han causado invasiones biológicas en la Argentina, aunque también se encontró algún ejemplo relativo a otros países.

Tabla 3.13. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, sobre la presencia de ejemplos de especies exóticas invasoras. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = nº de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, $n=25$; ESS, $n=17$). p = valor del test de Chi-cuadrado de Pearson. 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 $p \leq 0,05$.

	ESB (n=25)	ESS (n=17)	p (Prueba de independencia χ^2)
Presencia	23 (92 %)	14 (82 %)	0,379(a)
Ausencia	2 (8 %)	3 (8 %)	

5.1.7.1 Ejemplos de especies exóticas invasoras en Argentina

En relación a los ejemplos de especies exóticas que han causado invasiones biológicas en Argentina, el grupo de los mamíferos fue significativamente el más utilizado en las obras analizadas de los dos niveles educativos, encontrándose en el 78 % de los LT de ESB (*Prueba binomial; p-valor=0,011*) que presentaban ejemplos de especies exóticas invasoras (en 18 de los 23 LT) y en el 93 % de ESS (en 13 de los 14 LT) (*Prueba binomial; p-valor=0,002*); estos resultados muestran independencia que existe entre los LT de ambos niveles educativos (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,376,*) (Tabla 3.14.).

Tabla 3.14. Frecuencias absolutas y relativas en porcentaje de grupos de especies exóticas invasoras mencionadas en los libros de texto que presentaron ejemplos de especies exóticas ESB (n=23) y ESS (n=14). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. *p* = valor de la prueba binomial. 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=23)	<i>p</i>	ESS (n=14)	<i>p</i>	Prueba de independencia χ^2
Mamíferos	18 (78 %)	0,011	13 (93 %)	0,002	0,376(a)
Aves	6 (26 %)	0,035	3 (21 %)	0,057	0,749
Anfibios	1 (4 %)	0,000	0 (0 %)	-	1,000(a)
Peces	2 (9 %)	0,000	3 (21 %)	0,057	0,346(a)
Invertebrados	4 (17 %)	0,003	3 (21 %)	0,057	1,000(a)
Plantas	11 (48 %)	1,000	6 (43 %)	0,791	0,769
Alga Undaria	1 (4 %)	0,000	3 (21 %)	0,057	0,142(a)
Microorganismos	1 (4 %)	0,000	2 (14 %)	0,013	0,544(a)

La presencia de ejemplos de aves exóticas fue significativamente baja en los manuales de ESB que presentaron ejemplos de especies exóticas, encontrándose en el 26 %, en 6 de los 23 LT de ESB (*Prueba binomial; p-valor=0,035*) y en el 21 % para los correspondientes a ESS, en 3 de los 14 LT de ESS con ejemplos, aunque estos valores no mostraron diferencias con los valores teóricos esperados (*Prueba binomial; p-valor=0,057*); se observa independencia en los LT de los dos niveles y la inclusión de ejemplos de aves ($\chi^2=0,113$; $gl=1$; $p-valor=0,749$) (Tabla 3.14.).

Después de las aves, los invertebrados y los peces fueron los animales más ejemplificados en los LT, no se encontró ningún ejemplo de reptiles. En relación con el grupo de los invertebrados, su presencia fue significativamente baja (*Prueba binomial; p-valor=0,003*) en los LT de ESB, encontrándose en el 17 % de los textos (4 de los 23 LT de ESB que presentaron ejemplos de especies exóticas). En los LT de ESS la presencia

de invertebrados fue del 21 %, 3 de los 14 LT de ESS con ejemplos (*Prueba binomial; p-valor=0,057*); estos resultados permiten indicar que no hay asociación entre los niveles educativos de los LT y la inclusión de ejemplos de este grupo (*Prueba exacta de Fisher; p-valor= 1,000*) (Tabla 3.14.). Los ejemplos de peces se incluyeron en 2 de los 23 LT de ESB que presentaron ejemplos de especies exóticas (9 %), lo que indica que su presencia fue significativamente baja (*Prueba binomial; p-valor=0,000*). Si bien los LT de ESS presentaron un valor porcentual mayor (21 % *Prueba binomial; p-valor=0,057*), la prueba de Fisher muestra independencia entre los grupos de LT y la inclusión de ejemplos de peces (*Prueba exacta de Fisher; p-valor = 0,346*).

Los anfibios fueron mencionados en 1 de los 23 libros que presentaron ejemplos correspondientes a ESB (4 %, *Prueba binomial; p-valor=0,000*) y en ninguno de ESS (Tabla 3.14); la prueba exacta de Fisher, indica que hay independencia entre las variables niveles educativos de los LT y la utilización de ejemplos de anfibios (*Prueba exacta de Fisher; p-valor = 1,000*).

Las plantas vasculares constituyeron el segundo grupo de importancia después de los mamíferos y los ejemplos fueron incluidos de manera similar en ambos niveles de textos, de este modo, del total de libros de ESB (n=23) que presentaron ejemplos de especies exóticas, el 48 % presentó ejemplos de plantas; resultados similares se hallaron en los LT de ESS (n=14), en los cuales el 43 % incluyó estos ejemplos. Los resultados indican que la presencia de ejemplos no mostró diferencias significativas con los valores esperados para ambos grupos (ESB, *Prueba binomial; p-valor=1,000* y ESS, *Prueba binomial; p-valor=0,791*). Por su parte, la prueba de independencia indica que no hay asociación entre las variables niveles educativos de los LT y la inclusión de ejemplos de plantas vasculares ($\chi^2=0,087$; $gl=1$; $p\text{-valor}= 0,769$) (Tabla 3.14.).

La presencia del alga parda *Undaria (Undaria pinnatifida)* fue significativamente baja en los LT de ESB, encontrándose en 1 de los 23 LT de ESB que presentaron ejemplos de especies exóticas (4 %, *Prueba binomial; p-valor=0,000*), y en 3 de los 14 LT de ESS con ejemplos (21 %, *Prueba binomial; p-valor=0,057*). Estos resultados indican que existe independencia entre el nivel educativo de los LT y la inclusión de ejemplos del alga *Undaria (Prueba exacta de Fisher; p-valor = 0,142)*.

Por su parte, los ejemplos que incluyen a los microorganismos fueron significativamente bajos en ambos grupos, en este sentido, en el 4 % de los LT de ESB (*Prueba binomial; p-valor=0,000*) y en el 14 % (2 LT de los 14 que presentan ejemplos) de los correspondientes a ESS (*Prueba binomial; p-valor=0,013*). La prueba de Chi

cuadrado indicó que la asociación entre las variables niveles de los LT y presencia de microorganismos como ejemplos de especies exóticas invasoras de Argentina no fue significativa (*Prueba exacta de Fisher; p-valor = 0,544*).

5.1.7.1.1 Ejemplos de mamíferos

En los libros del nivel ESB se nominaron 13 especies de mamíferos, entre las cuales, el castor fue la más frecuentemente utilizada por las editoriales (61 %) (Tabla 3.15 y Figura 3.6.); el ciervo colorado y la liebre europea fueron elegidos por el 33 % de los LT y la ardilla de vientre rojo presentó una frecuencia menor (22 %). También se localizaron cinco especies que corresponden a animales domésticos, dentro de las cuales dos fueron mascotas (perro y gato); por su parte, la vaca fue la especie doméstica más utilizada, hallándola en el 33 % de los manuales.

Algunos ejemplos encontrados en los LT de ESB son: “La introducción del ciervo colorado (una especie europea) en el sur de la Argentina y Chile...” (ESB13, p. 59). En cuanto a la liebre europea, el LT ESB22 expresa: “La liebre europea se reprodujo rápidamente en los pastizales pampeanos...” (p. 259).

Tabla 3.15. Frecuencias absolutas y relativas en porcentaje de los mamíferos exóticos invasores mencionados en los libros de texto que presentaron ejemplos de mamíferos (ESB, n=18; ESS, n=13). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. b: Animales domésticos.

	ESB (n=18)	ESS (n=13)
Castor (<i>Castor canadensis</i>)	11 (61 %)	4 (31 %)
Ciervo colorado (<i>Cervus elaphus</i>)	6 (33 %)	6 (46 %)
Liebre europea (<i>Lepus europaeus</i>)	6 (33 %)	3 (23 %)
Ardilla vientre rojo (<i>Callosciurus erythraeus</i>)	4 (22 %)	1 (8 %)
Jabalí (<i>Sus scrofa</i>)	1 (6 %)	2 (15 %)
Vaca^b (<i>Bos Taurus</i>)	6 (33 %)	4 (31 %)
Caballo^b (<i>Equus caballus</i>)	2 (11 %)	2 (15 %)
Perro^b (<i>Canis familiaris</i>)	2 (11 %)	0 (0 %)
Gato^b (<i>Felis catus</i>)	2 (11 %)	0 (0 %)
Visón (<i>Neovison vison</i>)	1 (6 %)	1 (8 %)
Conejo europeo (<i>Oryctolagus cuniculus</i>)	1 (6 %)	1 (8 %)
Oveja^b (<i>Ovis aries</i>)	1 (6 %)	0 (0 %)
Cerdo^b (<i>Sus scrofa</i>)	2 (11 %)	0 (0 %)
Cabra^b (<i>Capra hircus</i>)	0 (0 %)	1 (8 %)
Rata (<i>Rattus spp.</i>)	2 (11 %)	1 (8 %)



Figura 3.6. Nube de palabras con las 13 especies de mamíferos exóticos invasores hallados en los LT de ESB. El tamaño de fuente es proporcional a la frecuencia aparición de las especies y su disposición es aleatoria.

En los textos correspondientes a ESS se encontraron 11 especies de mamíferos (Tabla 3.15 y Figura 3.7.), de las cuales el ciervo colorado fue nombrado en el 43 % de los textos, seguido por el castor (29 %), la liebre europea (21 %) y el jabalí, que presentó valores similares a los hallados en los manuales de ESB (14 %). Por su parte, el animal doméstico que más fue utilizado para ejemplificar fue la vaca (31 %).

Algunos ejemplos hallados en ESS que hacen alusión al ciervo colorado son:

“El ciervo colorado es una especie originaria de los bosques del hemisferio Norte, pero fue introducida con éxito en la Argentina entre los años 1904 y 1906, lo que indica que no habían ocupado antes estas regiones debido a barreras geográficas” (ESS9, p.14).

En relación a los castores, el LT ESS10 señala: “La introducción de los castores tuvo un gran impacto en los ecosistemas de Tierra del Fuego, pues talan desde el tronco muchos árboles nativos para construir sus diques” (p. 275).



Figura 3.7. Nube de palabras con las 11 especies de mamíferos exóticos hallados en los LT de ESS. El tamaño de fuente es proporcional a la frecuencia aparición de las especies y su disposición es aleatoria.

En relación a la localización concreta de las especies propuestas como ejemplos, un aspecto que se destaca es que buena parte de los ejemplos utilizados en los manuales están situados en la Patagonia Argentina, esto coincide con lo expresado por Sanguinetti *et al.*, (2014), quienes indican que, las áreas protegidas patagónicas en jurisdicción de la Administración de Parques Nacionales tienen una importante cantidad de especies exóticas invasoras animales y vegetales. En este contexto, casi el 50 % de los mamíferos (Merino, Carpinetti y Abba, 2009) y los peces exóticos presentes en Argentina se encuentran dentro de estas áreas (Sanguinetti *et al.*, 2014).

En lo concerniente a la ejemplificación de especies exóticas, la mayoría de los LT de los dos niveles educativos presentaron ejemplos (92 % ESB y 82 % ESS). El grupo de los mamíferos fue el más relevante, resultados que coinciden con los hallados por Schussler, Link-Pérez, Weber y Dollo (2010) en libros de texto de Ohio, EEUU. Esta preferencia en la inclusión posiblemente esté vinculada a que son uno de los grupos de invasores biológicos más exitosos (Lizarralde, 2016) y uno de los primeros que fueron transportados e introducidos en nuevos hábitats por el ser humano (Clout y Russell, 2008; Relva y Sanguinetti, 2016). Cabe señalar que, si bien este grupo presenta relevancia en los ejemplos de los LT, las especies exóticas invasoras en Argentina pertenecientes a este grupo no llegan al 5 % de todas las que se han introducido en el país (InBiAr, 2020). Además, es preciso enfatizar que la mayoría de las introducciones de mamíferos fueron realizadas para posibilitar su caza deportiva, realizar actividades de explotación económica o confinar a los animales en explotaciones privadas, rurales, criaderos, parques o zoológicos (Lizarralde, 2016).

A su vez, también hay autores que detectaron una tendencia a priorizar a las especies carismáticas o también denominados «animales amigables» como los grandes mamíferos, especialmente aquellos con apariencia, inteligencia o comportamientos similares a los humanos o que resultan atractivos por su belleza (Ballouard *et al.*, 2011; Bermudez, De Longhi, Díaz y Gavidia, 2014; Campos *et al.*, 2012; Campos, Nates y Lindemann-Matthies, 2013; Genovart, Tavecchia, Enseñat y Laiolo (2013). Ello podría explicar la presencia mayoritaria de ejemplos relativos a distintos grupos de mamíferos en los volúmenes que se indagaron. En este orden de ideas, las especies de mamíferos mejor representadas fueron el castor (*Castor canadensis*), en los manuales de ESB, y el ciervo colorado (*Cervus elaphus*) en los correspondientes a ESS; también se mencionaron la liebre europea (*Lepus europaeus*), la ardilla vientre rojo (*Callosciurus erythraeus*) y el Jabalí (*Sus scrofa*). Asimismo, se observaron ejemplos de animales domésticos como la

vaca (*Bos taurus*), el caballo (*Equus caballus*), y mascotas como el perro (*Canis familiaris*) y el gato doméstico (*Felis catus*). Hay autores que sostienen que la introducción de grandes mamíferos puede aportar beneficios económicos, sin embargo, también constituyen un problema para la conservación de la biodiversidad en su conjunto (Ballari, Valenzuela y Nuñez, 2015).

Respecto al caballo, una mirada retrospectiva muestra que en la Argentina fueron introducidos por los conquistadores españoles en el siglo XVI, de lo que dan cuenta los LT que mencionan su introducción. Por otra parte, se ha documentado que en el país existen al menos una decena de poblaciones cimarronas, principalmente en las regiones de Cuyo y Patagonia. También viven en áreas naturales protegidas, sobre todo de Patagonia (Merino *et al.*, 2009) y en el Parque Provincial Ernesto Tornquist, en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, donde se encuentra la mayor población conocida y la más estudiada hasta el momento (Scorolli, 2016). Un aspecto significativo es la referencia hallada en los textos sobre esta especie, donde se destaca el carácter de exótica o introducida, pero sin referencia a su condición de invasora. Este aspecto es relevante ya que los caballos, junto a otras especies domésticas (*e.g.*, perro, gato, vaca), son consideradas por los estudiantes de escuelas secundarias como especies nativas (De Souza Proença *et al.*, 2017; Vilches, Acosta, Barra y Fernández, 2018) y los que más agradan y brindan mayor utilidad al ser humano (Bermúdez, Battistón y García, 2015; Nates, Campos y Lindemann-Matthies 2010; Vilches *et al.*, 2016).

La inclusión de mamíferos se destaca dado que algunos de ellos son especies exóticas invasoras que, por su impacto, tienen importancia a nivel mundial y forman parte de la lista de las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Lowe, Browne, Boudjelas y De Poorter, 2004); son el ciervo colorado, el jabalí, el gato doméstico, el visón americano (*Neovison vison*), el conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*), la rata negra (*Rattus rattus*), la oveja (*Ovis aries*) y la cabras (*Capra hircus*). Asimismo, la Subcomisión para el Medio Ambiente Argentino-Chilena, considera a los mamíferos exóticos invasores visón americano, jabalí, conejo, castor y ciervo colorado, como especies que poseen el nivel más alto de riesgo e impacto, requiriendo acciones urgentes de manejo (Lizarralde, 2016). En este sentido, los gobiernos de los dos países suscribieron un Acuerdo Binacional con el fin de frenar la amenaza de expansión continental del castor, controlar las poblaciones existentes y restaurar los ecosistemas australes afectados.

Si bien es importante la presencia de los ejemplos mencionados en los LT, dado que permite a los estudiantes conocer las especies introducidas que causan impacto en

nuestro territorio, no se puede soslayar que, en Argentina, algunas de ellas son consideradas emblemas regionales, tal como ocurre en Patagonia con el ciervo colorado y el castor canadiense (Guichón, Monteverde, Piudo, Sanguinetti y Di Martino, 2016). Esta consideración hacia las especies, muchas veces genera controversias al momento de tomar decisiones en relación al control y erradicación (Fasanella y Lizarralde, 2015). Al respecto, algunos mamíferos exóticos invasores de la Patagonia Argentina son comercializados como productos típicos de la región, como el caso del jabalí y el ciervo colorado; en relación a esta última especie, la misma está representada en una estatua a la entrada del municipio de un pueblo patagónico, mostrándolo como un símbolo de la zona (Speziale *et al.*, 2012). Estas especies, al igual que otras, reciben incentivo e incluso protección por parte del sector público y privado por considerarlas valiosas para actividades turísticas, cinegéticas y/o productivas (Guichón, *et al.*, 2016).

5.1.7.1.2 Ejemplos de aves

Dentro del 26 % de manuales que utilizaron a las aves para ejemplificar (n=6), el gorrión (*Passer domesticus*) fue la especie que estuvo presente en el 83 % de los libros correspondientes a ESB, en tanto que no se mencionó en los manuales de ESS (Tabla 3.16). Un ejemplo de lo hallado en el LT ESB23 indica: “Por ejemplo, en Buenos Aires en el siglo XIX, con la finalidad de “europeizar” la ciudad, se introdujeron especies europeas, como el gorrión” (p. 114). También en el LT ESB27 se presenta un ejemplo de la paloma doméstica: “Por otro lado la paloma común o doméstica, introducida en la Argentina hace décadas...” (p. 21).

Los textos de ESS utilizaron cuatro especies para ejemplificar, siendo la paloma doméstica, el estornino pinto y el crestado, y un taxón inespecífico que hace alusión a “loros y papagayos” los ejemplos presentados (Tabla 3.16.).

Un ejemplo encontrado en el LT ESS7 hace alusión a los estorninos: “Se trata de los estorninos pintos, unas aves negruzcas con pico anaranjado, que llegaron en cautiverio desde Europa en los ochenta” (p. 255).

Tabla 3.16. Frecuencias absolutas y relativas en porcentaje de las aves exóticas mencionados en los libros de texto que presentaron ejemplos de aves (ESB, n=6; ESS, n=3). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. b: Animales domésticos. Entre “comillas” taxones inespecíficos.

	ESB (n=6)	ESS (n=3)
Gorrión casero (<i>Passer domesticus</i>)	5 (83 %)	0 (0 %)
Paloma doméstica (<i>Columba livia</i>)	1 (17 %)	1 (33 %)
Estornino pinto (<i>Sturnus vulgaris</i>)	0 (0 %)	1 (33 %)
Estornino crestado (<i>Acridotheres cristatellus</i>)	0 (0 %)	1 (33 %)
“Aves de corral”^b	1 (17 %)	0 (0 %)
“Loros y papagayos”	0 (0 %)	1 (33 %)

Los ejemplos de aves exóticas invasoras no fueron muy abundantes en los manuales analizados. Resulta llamativa la escasa mención de la paloma doméstica (*Columba livia*), ya que es una especie cosmopolita que ha sido introducida a nivel mundial, además son animales muy comunes y abundantes en los parques, plazas y calles de casi todas las ciudades; esta situación genera conflictos con el ser humano hasta el punto en que, en algunas localidades, se la considera plaga porque sus heces ensucian y desgastan construcciones, y causan problemas en la salud humana (Navas, 2002). La baja frecuencia de aparición en los LT puede estar asociada al vínculo que tienen las personas con esta especie, ya que por encontrarse agrupadas en lugares de esparcimiento como plazas y parques donde son alimentadas, representan un atractivo de gran valor. Algo similar ocurre con el gorrión, que solo fue mencionado como ejemplo en los LT de ESB, esta especie también es abundante y común en sitios urbanos, y junto con la paloma doméstica, tiliza los recursos brindados por los seres humanos en forma directa (Faggi y Perepelizin 2006; Leveau y Leveau 2004). De este modo, la no consideración como especies exóticas invasoras puede deberse a este vínculo cotidiano en los lugares públicos.

La ausencia de ejemplos de estorninos puede vincularse con la reciente introducción de las especies en Argentina, esto lo demuestran los reportes de su introducción que datan de fines de la década de 1980 (Navas, 2002). Las dos especies representadas en los LT poseen abundancias diferentes en Argentina, por un lado, el estornino pinto, cuya población se asentó inicialmente en ambientes urbanos, en la actualidad se encuentra extendiéndose a entornos suburbanos y rurales (Peris, Soave, Camperi, Darrieu y Arámburu, 2005), y debido al impacto que produce figura en la lista de las 100 especies más dañinas del mundo (Lowe *et al.*, 2004). En relación al estornino crestado, si bien su dispersión a nuevas localizaciones no fue tan explosiva como sucedió

con el estornino pinto (Navas, 2002), fue declarada especie dañina y perjudicial para las actividades productivas (Tizón, 2017). Estos antecedentes la convierten en una especie de gran potencial invasor para la producción agropecuaria y una competidora virulenta para otras especies de aves nativas (Navas, 2002).

5.1.7.1.3 Ejemplos de anfibios

La ejemplificación de anfibios fue prácticamente nula en los LT de los dos niveles educativos.

Como ejemplo de anfibio, en el LT ESB2 se mencionó a la rana toro (*Lithobates catesbeianus*), una especie exótica introducida en Argentina, bajo el título “La introducción de especies exóticas” se presenta una imagen con un pie de figura que indica: “La rana toro es originaria de Estados Unidos y fue introducida en Argentina en los años ochenta para consumo de su carne. Es una amenaza para anfibios, aves, y mamíferos pequeños, ya que es un voraz predador” (p.183).

La rana toro es una especie declarada, por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), como uno de los cien organismos exóticos invasores más perjudiciales a nivel global (Lowe *et al.*, 2004). Además, en el año 2020 fue declarada especie dañina y perjudicial para la conservación de la biodiversidad nativa de la República Argentina (Resolución 283, 2020) y está incluida como especie piloto en el proyecto para la elaboración de la Estrategia Nacional de Especies Exóticas Invasoras (ENEI).

La inclusión de ejemplos de anfibios en los LT es muy relevante desde el punto de vista educativo, ya que, por la naturaleza de la invasión (escapes por falta de control en los criaderos o negligencias) puede conducir a abordajes de la temática como cuestiones sociocientíficas, en las que se entrelazan las dimensiones de la ciencia con implicaciones sociales, colaborando en el desarrollo de un pensamiento crítico de los estudiantes (Solbes, 2013). Dichas controversias son consideradas por Díaz Moreno (2019) como una herramienta para el desarrollo de la alfabetización científica, para lo cual resulta adecuado establecer criterios de selección, que permitan optar por ejemplos que resulten controvertidos. Si se decidieran por este camino, tanto las editoriales como los autores de libros de texto estarían instalando su uso como herramientas pedagógicas no solo para enseñar ciencia, sino también para colaborar con la alfabetización científica de la ciudadanía.

Un dato relevante es la baja inclusión de ejemplos de anfibios y reptiles exóticos invasores; una de las razones de esta ausencia podría estar asociada a la escasa presencia de anfibios y reptiles exóticos invasores en Argentina. Los reptiles no fueron mencionados en los LT; la literatura científica da cuenta de la presencia de la salamanesca (*Tarentola mauritanica*), especie originaria de Europa meridional y el norte de Africa, que ha sido introducida de manera involuntaria viajando en los cargamentos de productos importados de Europa y se ha instalado en la ciudad de Buenos Aires (Baldo, García, Borteiro, Brusquetti, Prigioni, 2008). Otros registros, informan de la presencia de la tortuga de orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*) en la provincia de Buenos Aires (Alcalde, Derocco, Rosset y Williams, 2012; Prado, *et al.*, 2012), esta especie es originaria de América del Norte y es muy utilizada en acuarismo y además, está considerada por la UICN como una de las 100 especies invasoras más perjudiciales a nivel global (Lowe *et al.*, 2004).

5.1.7.1.4 Ejemplos de peces

En cuanto a los ejemplos de peces exóticos invasores, los LT que mencionaron peces (2 en ESB y 3 en ESS) incluyeron a la trucha marrón, trucha arco iris y trucha de arroyo, esta última también es nombrada como trucha salmonada en ESS10 “También la introducción de la trucha marrón, la trucha arco iris y la trucha salmonada en los cauces de agua dulce...” (p. 275) (Tabla 3.17.).

Tabla 3.17. Frecuencias absolutas y relativas de peces exóticos mencionados en los libros de texto que presentaron ejemplos de peces (ESB, n=2; ESS, n=3). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior.

	ESB (n=2)	ESS (n=3)
Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	2 (100 %)	3 (100 %)
Trucha marrón (<i>Salmo trutta</i>)	1 (50 %)	1 (33 %)
Trucha marrón (<i>Salmo trutta</i>)	1 (50 %)	1 (33 %)

Los ejemplos de peces introducidos en Argentina se presentaron en baja frecuencia en los dos grupos de manuales analizados. Todas las especies están referenciadas a la región patagónica y son, junto al ciervo colorado y el castor, emblemas regionales (Guichón, Monteverde, Piudo, Sanguinetti y Di Martino, 2016). Las especies corresponden a la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), trucha marrón (*Salmo trutta*) y trucha de arroyo o trucha salmonada (*Salvelinus fontinalis*); las dos primeras consideras

dentro de las cien especies más dañinas del mundo por la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN) (Lowe *et al.*, 2004). En la búsqueda de una explicación respecto al uso de ciertas especies, que repetidamente están presentes como ejemplos en los libros, y la ausencia u omisión de otras, pueden ensayarse algunos argumentos. En primer lugar, la mención de estos ejemplos, probablemente se encuentre asociado a la tradición de considerar a especies emblemáticas de la región patagónica. Sin embargo, en Argentina, existe una especie que representa la primera introducción registrada de un pez exótico en el país (Baigún y Quirós, 1985 como se citó en Maiztegui, Baigún, Garcia de Souza, Minotti y Colautti, 2016); se trata de la carpa común (*Cyprinus carpio*), un pez de agua dulce invasor considerado como uno de las 100 especies que más daño ambiental ocasiona a nivel mundial (Lowe, *et al.*, 2004). Si bien esta especie posee una amplia distribución en el país no se observan registros que la utilicen como ejemplo en los textos analizados. En este punto, cabría preguntarse respecto a esta ausencia y, teniendo en cuenta que los libros de texto que se analizaron en este estudio están destinados a la Educación Secundaria de la provincia de Buenos Aires, reflexionar acerca de la ausencia de rastros significativos al respecto. En este orden de ideas, podría pensarse, como recomendación para autores y editores, en incluir en las obras otros ejemplos, más allá de los que se utilizan como patrones tradicionales; también sería recomendable que se ejemplifique con registros de ciertas especies que puedan resultar conocidas por los estudiantes por ser características de la región que ellos habitan. De este modo, se colaboraría con la ampliación del espectro tradicional de ejemplos, saliendo así de las alusiones a ciertos especímenes usados como modelo y aportando con la introducción de otros prototipos, que pueden ampliar la visión del estudiantado más allá de las especies emblemáticas.

5.1.7.1.5 Ejemplos de invertebrados

Dentro de los ejemplos de “invertebrados”, el molusco bivalvo denominado mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) estuvo presente en la totalidad de los textos de ESB (100 %) que dan ejemplos de invertebrados (n=4) y en el 33 % de los correspondientes a ESS, 1 de 3 LT que ejemplificaron con organismos “invertebrados”; uno de los manuales de ESB (25 %) también mencionó a la avispa chaqueta amarilla (*Vespa germanica*): “... especies invasoras de nuestro país...[...]...la avispa chaqueta amarilla” (ESB30, p. 200).

Los dos ejemplos utilizados en ESS, además del mejillón dorado, consistieron en el crustáceo invasor denominado comúnmente “diente de perro” (*Balanus glandula*) y la abeja africana (*Apis mellifera scutellata*) (Tabla 3.18.). Algunos ejemplos son los hallados son: en el LT ESS3 se indica:

“Un ejemplo de esta situación son los dientes de perro, que no existían en la Argentina antes de 1966. Se supone que los primeros ejemplares pueden haber llegado al puerto de Mar del Plata, adheridos al casco de los barcos procedentes del Pacífico Norte, en donde son abundantes. Desde Mar del Plata, se habrían expandido por las costas, hasta llegar a la Patagonia, en la década de 1980 [...] Entonces, al competir por el espacio y el alimento con otras especies, ganarían terreno aumentando sus poblaciones. En particular, los dientes de perro competirían con los mejillines por la superficie en la que se adhieren, lo cual podría tener consecuencias perjudiciales” (ESS3, p.68).

Por su parte, en el LT ESS10 se indica: “A mediados del siglo pasado se introdujo en América del Sur una especie de abeja llamada abeja africana (*Apis mellifera scutellata*)” (p. 279).

Tabla 3.18. Frecuencias absolutas y relativas de distintos grupos mencionados en los libros de texto que incluyeron ejemplos de “invertebrados” exóticos (ESB, n=4; ESS, n=3). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior.

	ESB (n=4)	ESS (n=3)
Mejillón dorado (<i>Limnoperna fortunei</i>)	4 (100 %)	1 (33 %)
Dientes de perro (<i>Balanus spp.</i>)	0 (0 %)	1 (33 %)
Abeja africana (<i>Apis mellifera scutellata</i>)	0 (0 %)	1 (33 %)
Avispa chaqueta amarilla (<i>Vespula germánica</i>)	1 (25 %)	0 (0 %)

Los organismos invertebrados tuvieron baja representación en los ejemplos de los LT, sin embargo, es preciso señalar que son uno de los principales grupos de invasores a nivel mundial, debido a su consumo como alimento por parte del ser humano u otros animales, su uso como mascotas y control biológico, o ser transportadas accidentalmente (Kumschick *et al.*, 2016 como se citó en Reyna, Gordillo y Morán, 2018). En Argentina, el número de especies invasoras detectadas es de 730 registros, entre las cuales el 21 % corresponden a invertebrados de los que los más abundantes son los artrópodos (InBiAr, 2020). También resulta de interés indicar que estos organismos son menos apreciados por los estudiantes (Campos *et al.*, (2013), tal vez por ser poco carismáticos, ser percibidos como peligrosos o dañinos, o tener un escaso tratamiento didáctico en las aulas de clase, entre otros factores que podrían influir en las valoraciones de la comunidad estudiantil.

El mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) fue la especie que se halló en los cuatro LT de ESB, en los que se indicó el lugar de procedencia y el vector a través del cual se produjo su ingreso al río de La Plata. Esta especie, es una invasora de los sistemas de agua dulce (Darrigran y Damborenea, 2006), conjuntamente con las almejas asiáticas *Corbicula fluminea* y *Corbicula largillierti* (Reyna, Gordillo y Morán, 2018), no referenciadas en los textos analizados y cuya mención en los mismos brindaría una visión más dinámica e integral sobre la llegada de especies foráneas a diversos ecosistemas acuáticos, además, aportaría al análisis sobre las relaciones que se producen en los mismos. La presencia del mejillón dorado también fue hallada en libros de texto brasileros (Louzada-Silva y Silva Carneiro, 2013), aunque los autores señalan que los ejemplos de especies terrestres predominan sobre las acuáticas.

Un dato que resulta llamativo es la ausencia de ejemplos que incluyan al caracol común de jardín (*Cornu aspersum*), especie introducida intencionalmente por inmigrantes italianos y españoles como recurso alimenticio y cosmético. Actualmente se ha naturalizado y extendido por todo el país, su presencia es muy común en jardines y huertas (Reyna *et al.*, 2018). También es importante destacar la falta de ejemplos del caracol gigante africano (*Achatina fulica*), molusco terrestre considerado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) como uno de los cien organismos exóticos invasores más perjudiciales a nivel global (Lowe *et al.*, 2004). La presencia de la especie en Argentina fue reportada por Gutiérrez Gregoric, Núñez y Vogler (2012) en Puerto Iguazú (Misiones), esta especie se encuentra incluida como piloto del proyecto para la elaboración de la Estrategia Nacional de Especies Exóticas Invasoras y, en el año 2020 fue declarada especie dañina y perjudicial para la conservación de la biodiversidad (Resolución 417/2020). Una de las causas de la ausencia de ejemplos en los LT puede deberse a su reciente introducción en el país, sin embargo, por las características de la especie mencionadas su inclusión sería un gran aporte para el conocimiento de los estudiantes. Además por la forma en que se ha desplazado constituye un valioso tema de debate para el aula. Según señalan Gutiérrez Grégoric *et al.*, (2012) se introdujo de manera voluntaria desde Brasil para utilizarlo como carnada viva por parte de pescadores y por artesanos que utilizaron sus valvas. También puede transmitir parásitos perjudiciales para la salud humana; los parásitos están presentes en la mucosidad del caracol pudiendo causar enfermedades a las personas.

En cuanto a la mención del crustáceo denominado diente de perro (*Balanus spp.*), resulta pertinente señalar que, la forma en que en la obra se conceptualiza la invasión de

esta especie, brinda un panorama detallado y adecuado del proceso de invasión, lo que coincide con lo manifestado desde el punto de vista científico (Spivak, 2005); tomando en cuenta el punto de vista del lector, ello favorece la comprensión del ejemplo, el cual se sitúa geográficamente en una de las playas más conocidas de la provincia de Buenos Aires (Mar del Plata, Argentina).

Además de los anteriores, otros artrópodos fueron mencionados en muy baja frecuencia, como es el caso de la abeja africana (*Apis mellifera scutellata*); su inclusión en el LT aporta información sobre algunos datos de interés acerca de la introducción de esta especie. Si bien existe evidencia científica que da cuenta de la introducción de la abeja africana en América del Sur, en Argentina también se encuentra la abeja melífera (*Apis mellifera*), especie exótica invasora que compite con especies de polinizadores nativos (Agüero *et al.*, 2018) y que no es utilizada como ejemplo en los LT siendo que probablemente sea más conocida por los estudiantes. La inclusión de este tipo de ejemplos brinda la posibilidad de generar debates en los estudiantes ya que a pesar de ser considerada una especie benéfica, existen controversias en torno a los impactos que puede provocar en hábitats naturales (Agüero *et al.*, 2018).

La avispa chaqueta amarilla (*Vespula germanica*) fue otro ejemplo de insecto incluido en un LT de ESB. Estas son avispas sociales invasoras que se han establecido en la Patagonia Argentina en 1980. Es considerada una especie altamente invasora debido a su rápida capacidad de expansión geográfica y al impacto negativo generado sobre numerosas actividades económicas y sanitarias, por lo que, en todas las regiones invadidas se han implementado acciones para controlar localmente o incluso erradicar estas avispas (Mattiacci, Melo y Porrino, 2021).

La escasa incorporación de ejemplos de insectos en los LT resulta llamativo, ya que junto con las plantas vasculares son los grupos con mayor cantidad de especies invasoras, de este modo, se hace necesario que, para ampliar información, el lector deba buscar en otras fuentes. Una vez más, el rol del docente resulta insustituible para ofrecer diversos caminos a través de abordajes didácticos situados, en los que se seleccionan contenidos y estrategias acordes con las características de los grupos de alumnos. Esas posturas y decisiones didácticas potencian el contenido presente en los textos escolares, otorgándoles un nuevo valor como herramienta didáctica de soporte para las clases; en definitiva, un uso de este tipo por parte del colectivo docente, sin duda les brinda un nuevo lugar a los libros de texto escolares.

5.1.7.1.6 Ejemplos de plantas vasculares

Las plantas vasculares fueron el segundo grupo de importancia, después de los mamíferos, y el que mayor cantidad de especies presentó en los LT de ambos niveles, con una riqueza específica total de 30 ejemplos (17 en ESB y 20 en ESS) (Tabla 3.19 y Figuras 3.8. y 3.9.). De los manuales analizados, 11 presentaron ejemplos de plantas en ESB y 6 en ESS).

Tabla 3.19. Frecuencias absolutas y relativas en porcentaje de plantas vasculares exóticas mencionadas en los libros de texto que presentaron ejemplos de plantas y algas (ESB, n=11; ESS, n=6). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. Entre “comillas” taxones inespecíficos. Formas de vida: A: árboles, Arb.:arbustos, Herb.: herbáceas.

	ESB (n=11)	ESS (n=6)
Eucalipto (<i>Eucalyptus spp.</i>) (A)	3 (27 %)	1 (17 %)
Pinos (<i>Pinus spp.</i>) (A)	1 (9 %)	2 (33 %)
Ligustro (<i>Ligustrum lucidum</i>) (Arb.)	3 (27 %)	2 (33 %)
Rosa mosqueta (<i>Rosa rubiginosa</i>) (Arb.)	1 (9 %)	3 (50 %)
Ligustrina (<i>Ligustrum sinense</i>) (Arb.)	1 (9 %)	0 (0 %)
Dondiego de noche (<i>Mirabilis jalapa</i>) (Arb.)	1 (9 %)	0 (0 %)
Crataegus (<i>Pyracantha angustifolia</i>) (Arb.)	0 (0 %)	1 (17 %)
Retama (<i>Cytisus scoparius</i>) (Arb.)	0 (0 %)	2 (33 %)
Arce blanco (<i>Acer pseudoplatanus</i>) (A)	1 (9 %)	0 (0 %)
Paraíso (<i>Melia azedarach</i>) (A)	2 (18 %)	2 (33 %)
Palmera de las Canarias (<i>Phoenix canariensis</i>) (A)	1 (9 %)	0 (0 %)
Olmo (<i>Ulmus pumila</i>) (A)	1 (9 %)	0 (0 %)
Plátano (<i>Platanus acerifolia</i>) (A)	2 (18 %)	0 (0 %)
Ginkgo (<i>Ginkgo biloba</i>) (A)	1 (9 %)	0 (0 %)
Roble (<i>Quercus robur</i>) (A)	0 (0 %)	1 (17 %)
Acacia negra (<i>Gleditsia triacanthos</i>) (A)	0 (0 %)	1 (17 %)
Manzano (<i>Malus domestica</i>) (A)	0 (0 %)	1 (17 %)
Almendro (<i>Prunus dulcis</i>) (A)	0 (0 %)	1 (17 %)
Caña común o caña brava (<i>Arundo donax</i>) (Arb.)	0 (0 %)	1 (17 %)
Festuca (<i>Festuca arundinacea</i>) (Herb.)	0 (0 %)	1 (17 %)
Sorgo de alepo (<i>Sorghum halepense</i>) (Herb.)	0 (0 %)	2 (33 %)
Cardo negro (<i>Cirsium vulgare</i>) (Herb.)	1 (9 %)	0 (0 %)
Yuyo esqueleto (<i>Chondrilla juncea</i>) (Herb.)	0 (0 %)	1 (17 %)
Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) (Arb.)	0 (0 %)	1 (17 %)
Trigo (<i>Triticum sp.</i>) (Herb.)	1 (9 %)	1 (17 %)
Soja (<i>Glycine max</i>) (Herb.)	0 (0 %)	1 (17 %)
Cebada (<i>Hordeum sp.</i>) (Herb.)	1 (9 %)	0 (0 %)
Avena (<i>Avena sativa</i>) (Herb.)	1 (9 %)	1 (17 %)
Diente de león (<i>Taraxacum officinale</i>) (Herb.)	0 (0 %)	1 (17 %)
“Bambúes exóticos” (Arb.)	1 (9 %)	0 (0 %)



Figura 3.8. Nube de palabras con las 17 especies de plantas vasculares mencionadas en los libros de texto de ESB. El tamaño de fuente es proporcional a la frecuencia aparición de las especies y su disposición es aleatoria.



Figura 3.9. Nube de palabras con las 20 especies de plantas vasculares mencionadas en los libros de texto de ESS. El tamaño de fuente es proporcional a la frecuencia aparición de las especies y su disposición es aleatoria.

De las 29 especies de plantas mencionadas en los libros de texto de los dos niveles educativos, 13 fueron especies arbóreas, 8 arbustivas y 8 herbáceas.

Especies arbóreas

En los manuales de ESB que presentaron ejemplos de plantas (11 en ESB y 6 en ESS), las especies forestales como los eucaliptus (*Eucalyptus spp.*) y los pinos (*Pinus spp.*) fueron mencionados en el 27 % y el 9 % respectivamente (Tabla 3.19.). En los textos de ESS que ejemplificaron con plantas, los eucaliptus tuvieron una menor presencia (17 %), en cambio los pinos presentaron un porcentaje mayor (33 %) (Tabla 3.19.). Algunos ejemplos encontrados en el manual ESB27 indican que:

“El jardín Botánico primitivo conserva árboles...[...]...algunos nativos de la Argentina, como el lapacho rosado, quebracho colorado y palo borracho de flor rosada, y algunos exóticos como el ginkgo, olmos y eucaliptus” (ESB27, p.185).

“[...] Estas plantas se destinarán luego a restaurar bosques en toda la región patagónica. Los bosques nativos de lengas han sufrido a lo largo del tiempo distintos procesos que los han llevado a la degradación y a la pérdida de superficie de bosque, principalmente por el reemplazo con pinos exóticos, por el uso ganadero que tiende a formar praderas en desmedro de los bosques...” (ESB27, p.153).

Del mismo modo, en los LT de ESS se encontraron expresiones sobre estas especies forestales, tal es el caso de ESS4 y ESS7:

“Hace muchos años, los primeros dueños de campos vieron en las sierras [Sierra de la Ventana, Buenos Aires] un sitio propicio para recrear paisajes europeos de montaña. Pinos, robles y otras especies fueron implantadas en los cerros con este fin paisajístico. También se introdujeron árboles como cortinas de viento, especialmente algunas especies de eucaliptus. Con el tiempo, estas plantas comenzaron a crecer solas, sin ayuda del hombre, y avanzaron sobre el pastizal nativo. (ESS4, p235).

“Poco espacio les quedó a los pastizales de la Pampa original que se trataron de conservar en el parque del partido bonaerense de Tornquist, cerca de Sierra de la Ventana. A principios del siglo XX, varios estancieros forestaron sus campos con varias especies de pinos. En 1987, después de un gran incendio, los pinos -como el de Alepo- empezaron a ganar terreno: los pinos aumentaron 10 veces la superficie que ocupaban” (ESS7, p.255).

El paraíso (*Melia azedarach*) estuvo incluido en las ejemplificaciones de los dos grupos de textos (9 % ESB y 33 % ESS). Algunos ejemplos encontrados dan cuenta de la introducción de esta especie invasora en el Parque Nacional El Palmar (Entre Ríos, Argentina):

“En nuestro país hay numerosos ejemplos de especies invasoras que alteran el ambiente natural. Por ejemplo, en el Parque Nacional El Palmar, ubicado en la provincia de Entre Ríos, fueron introducidas dos especies exóticas provenientes de Europa, que causaron graves alteraciones al equilibrio del ecosistema natural. Nos referimos al jabalí europeo y al paraíso (ESB24, p. 149).

En el caso del LT ESS7, el ejemplo se completa con otras especies introducidas en la misma región:

“En El Palmar había una sabana de palmeras y pastos, con bosques ribereños en los márgenes de los arroyos y del río Uruguay. El paraíso fue traído desde Asia como una planta ornamental a principios del siglo XX. Después, entraron el arbusto crataegus, el ligustro y la acacia negra. Al formarse el parque nacional, se suprimieron los incendios y los pastoreos del ganado y esto propicio el avance de las exóticas” (ESS7, p. 255).

Otra mención se encontró en ESS10: “Los ligustros, el paraíso, la rosa mosqueta, la retama son ejemplos de plantas introducidas” (p.279).

El plátano y el arce también fueron mencionados en ESB15 y ESB18 respectivamente:

“...En general, los árboles que se plantan en plazas y veredas no son originarios de nuestro país. Lo mismo ocurre con las plantas que adornan jardines, patios y balcones de las casas...[...]...los plátanos son árboles exóticos de hojas caducas...” (ESB15, p.168).

“Por su parte, el arce, introducido en la década de 1960, se volvió una amenaza en el área del parque, por un lado, crece fácilmente en la sombra y, por el otro, sus semillas se dispersan fácilmente con el viento. De ese modo, su reproducción avanza permanentemente” (ESB18, p.146).

Especies exóticas como manzanos, robles y almendros fueron ejemplificados en ESS4: “...en su mayoría provienen de ...[...]... y plantaciones de árboles como los pinos, los eucaliptos, los manzanos, los robles y los almendros” (ESS4, p.232).

Especies arbustivas

Las especies arbustivas también estuvieron presentes en las ejemplificaciones, siendo el ligustro (*Ligustrum lucidum*) una de las más frecuentes en los dos grupos de LT (27 % ESB y 33 % ESS) que ejemplificaron con plantas (11 en ESB y 6 en ESS). El caso de lo hallado en ESB22, refiere a la introducción de dos especies del género *Ligustrum*, se trata de la ligustrina (*L. sinense*) y del ligustro o siempre verde (*L. lucidum*). La mención está referida para la Reserva provincial de Punta Lara, un área de conservación de la provincia de Buenos Aires; en el texto se expresa: “La ligustrina y el ligustro, por ejemplo, son plantas ornamentales muy difundidas. Se multiplican muy rápido e invaden los bosques y eliminan a las especies nativas, como ocurrió en Punta Lara, provincia de Buenos Aires” (ESB22, p.259). Del mismo modo, en ESB12 se indica la presencia de esta especie en las selvas de montaña del norte de la Argentina llamadas Yungas:

“El ligustro es uno de los principales árboles exóticos en la selva de las yungas, en el noroeste de la Argentina. “Los biólogos sospechan que la expansión del ligustro afecta a la comunidad de aves y a las características del ambiente” (ESB12, p.189).

Otra de las especies ejemplificadas fue la rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa*), la que presentó mayor abundancia en los manuales de ESS (50 %) que en los de ESB (9 %) que presentaron ejemplos de plantas; algunos de los ejemplos que se encontraron en los LT dan cuenta de la introducción de esta especie en la Patagonia:

“La rosa mosqueta es un arbusto traído de Europa e introducido en la Patagonia argentina. Sus semillas y frutos son muy preciados para la elaboración de aceites cosméticos, dulces y té. Para introducir esta especie, se desmontaron extensos bosques y se eliminaron gran variedad de plantas. Su rápida extensión por los

claros de bosques y su capacidad de trepar por las ramas de otros árboles impiden que otras especies se desarrollen a su alrededor. Por esta razón, en la actualidad, esta planta es considerada una plaga” (ESS3, p.76).

[Bosques Andino Patagónicos] “...Estos bosques están poco degradados en general, pero la introducción de especies exóticas, como la rosa mosqueta, los castores y el ciervo colorado, ocasiona la extinción de especies nativas como consecuencia de la competencia por el alimento y el espacio” (ESB13, p.83).

La retama (*Cytisus scoparius*) fue hallada en dos (33 %) LT de ESS con ejemplos de plantas, en uno de los cuales se ejemplifica como planta ornamental (ESS4), por su parte en el LT ESS10 se refiere a la presencia en los Bosques Andino Patagónicos. El resto de los arbustos (e.g., caña común, caña de azúcar, crataegus, dondiego de noche y bambúes exóticos) presentaron baja frecuencia en ambos grupos de manuales (Tabla 3.19.).

Especies herbáceas

Las plantas herbáceas también fueron incluidas en las ejemplificaciones de los manuales de los dos niveles educativos. El sorgo de alepo (*Sorghum halepense*) estuvo representada en dos (33 %) de los seis manuales de ESS que dan ejemplos de plantas, en uno de ellos (ESS4) el ejemplo es compartido con festuca (*Festuca arundinacea*), otra especie herbácea exótica mencionada en los LT:

“...en la Región Pampeana, muchas de las especies anuales [su ciclo de vida dura un año] consideradas malezas para los cultivos, fueron introducidas accidentalmente desde Europa durante el desarrollo de la agricultura y la ganadería. En cambio, pastos como el sorgo de alepo y la festuca fueron introducidos como forrajeras, pero se han transformado en plantas invasoras que espontáneamente se establecen en una gran variedad de ambientes” (ESS4, p.208).

Malezas como el cardo negro y el yuyo esqueleto se incluyeron como ejemplos en un LT de ESB (9 %) y en uno de ESS (17 %). Las especies de plantas herbáceas de cultivo con interés agronómico también presentaron ejemplos; cereales como el trigo (9 % ESB y 17 % ESS), la avena (9 % ESB y 17 % ESS) y la cebada (9 % ESB y 0 % ESS) fueron señaladas en los manuales, tal es el caso de lo encontrado en ESB5: “Muchas veces la explotación irracional o la sobreexplotación produjo la desaparición de especies nativas”. En América, estas fueron reemplazadas por otras provenientes de Europa, como el trigo, la cebada y la avena” (p.185).

Por su parte, los manuales de ESS también incluyeron ejemplos de este tipo: “[...] Muchas de las especies vegetales de una zona determinada son reemplazadas por cultivos

como el trigo, la soja, etc. Al mismo tiempo que los productores originales desaparecen” (ESS13, p.147).

La referencia de “bambúes exóticos” fue hallada en una lectura complementaria denominada “Un jardín botánico con historias” del LT ESB27. En el texto se indica: “También se plantaron algunas especies autóctonas de la Argentina, como ceibo y yerba mate y plantas exóticas como bambúes” (p.185).

Por su parte, la caña común o caña brava también fue incluida como ejemplo en el LT ESS12, en el texto se indican las bondades que puede tener desde el punto de vista de la producción, pero se advierte también la peligrosidad como especie invasora:

“El uso de la caña común o caña brava (*Arundo donax*) puede ser interesante por la gran producción de biomasa, y su posterior aprovechamiento para depuración de aguas, pero hay que considerar que esta especie está incluida entre las 100 especies exóticas invasoras más dañinas del mundo, porque sus rizomas subterráneos crecen rápidamente varios kilómetros a lo largo de cursos de agua o lugares muy húmedos” (ESS12, p.140).

Los resultados permiten señalar que las plantas constituyen el segundo grupo taxonómico más empelado en las ejemplificaciones de los dos grupos de textos después de los mamíferos, este comportamiento fue similar en los dos grupos de textos. Si bien es importante la mención de estos ejemplos, según la información registrada en la base de datos sobre Invasiones Biológicas en Argentina (InBiAr, 2020), existe mayor cantidad de plantas exóticas invasoras que de mamíferos en la Argentina, situación que no se ve reflejada en los ejemplos aportados en los LT. Estos resultados 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, de Las Heras, Romero y Cañal, 2014). En esta línea, algunos referentes denominan a este sesgo como “ceguera hacia las plantas” y está caracterizada en parte, por la incapacidad de ver o notar a estas en el propio ambiente (Wandersee y Schussler, 2001). En este sentido, y en el marco de este trabajo de tesis, dichos planteos permiten pensar en algunos supuestos o alternativas que expliquen las decisiones tomadas, de modo general, por los autores de textos escolares, ubicando en segundo lugar las menciones referidas a vegetales; siguiendo esta línea, una posibilidad sería que se desconozca el estatus que las plantas ocupan en el país respecto a la cantidad de especies invasoras representadas en el mismo. Otra alternativa es la mencionada ceguera asociada a no ver o considerar a las plantas como objetos de interés para ilustrar o describir en un texto escolar. Tal vez esto se encuentre ligado a la tercera perspectiva, que es la de tomar intencionalmente (editoriales y autores) la decisión

de citar más a las especies animales en detrimento de las vegetales por considerarlas más atractivas e interesantes, y por esto pasibles de concentrar la atención del lector.

Los resultados indican que el eucaliptus fue la especie más nombrada en los LT de ESB, en cambio fue menor su frecuencia en ESS. El eucaliptus es una especie arbórea muy común en Argentina, la introducción de las primeras semillas del género *Eucalyptus* fue realizada en 1858 en la provincia de Buenos Aires. Los LT en general mencionaron la introducción del eucaliptus, solo uno de ellos (ESS) aludió de manera explícita que fueron introducidos para generar cortinas de viento. Esta información es coincidente con lo expresado por Bedetti, Rimoldi y Sanabria (2017), quienes indican que, los primeros usos que le daban a estas plantas estaban vinculados con la ornamentación, construcción de cortinas forestales, obtención de leña y reparo. Sin embargo, los textos analizados no mencionaron su uso como recurso forestal, actividad de gran importancia en el país en la que, aproximadamente, un 32 % de los bosques cultivados corresponde a esta especie (MAGPN, 2012).

Los ejemplos referentes al pino estuvieron presentes en los LT de ambos grupos. La introducción de coníferas exóticas en la Patagonia no es una actividad nueva, desde principios del siglo XX fueron introducidas y cultivadas más de 60 especies distintas de coníferas con fines ornamentales y productivos. En las últimas décadas, se han incrementado las plantaciones de especies de rápido crecimiento con fines comerciales, siendo la especie más utilizada el pino ponderosa (*Pinus ponderosa*) (Núñez y Núñez, 2007). Si bien son numerosas las especies de pinos presentes en Argentina, las referencias halladas en los manuales responden al nombre general de pino. Los ejemplos encontrados de estas plantas exóticas estuvieron principalmente en los LT de ESS. El carácter invasor de esta especie es destacado en ESB27, en el mismo se indica que, los pinos avanzaron sobre el bosque nativo de lengas (*Nothofagus pumilio*) de los bosques andino patagónicos. En los textos de ESS la referencia al carácter invasor es menos perceptible, solo se evidencia en el texto ESS7, poniendo como ejemplo el avance sobre el pastizal de Sierra de la Ventana (Buenos Aires). En este sentido resulta de interés el papel que desempeñan los libros de texto como factores que influyen en la formación de saberes, el modo de poner en evidencia el carácter invasor de ciertas especies colaborando con el conocimiento sobre las mismas, para evitar miradas inadecuadas al respecto. En este orden de ideas, se puede referir lo hallado por De Souza Proença, *et al.* (2017) en un grupo de estudiantes brasileiros, quienes consideraron como nativas a especies invasoras como el pino y el eucaliptus, especies que, al igual que ocurre en Argentina, están entre los

principales representantes de la silvicultura del país. Tal vez su presencia tan conspicua en la región incida en la formación de ideas de los alumnos. Según relatan Speziale *et al.* (2012), las personas, en muchas partes de América del Sur, no son conscientes de los impactos que las especies exóticas invasoras provocan en las especies nativas, situación que se acentúa cuando ha pasado mucho tiempo de su introducción; un ejemplo de esto en el sur de Argentina y Chile lo constituyen los pinos (*Pinus spp.*). En general, muchos turistas nacionales e internacionales que arriban a la zona, admiran estas especies creyendo, equivocadamente, que son nativas del entorno visitado.

Otra de las especies arbóreas mencionadas en los LT fue el paraíso (*Melia azedarach*). Los ejemplos refieren a la introducción de esta especie invasora en el Parque Nacional El Palmar (PNEP, Entre Ríos, Argentina). Tal como se indica en Micou (2003), en la Argentina fue introducido desde Asia con diferentes propósitos, como planta ornamental, como árbol de sombra y para la producción forestal. Fue muy cultivado en Buenos Aires y otros centros poblados de la región pampeana, centro y norte del país, y se lo puede encontrar en comunidades naturales de bosque ribereño en la Mesopotamia (*e.g.*, Entre Ríos). Las referencias en los libros de texto señalan a esta especie como invasora en el PNEP, en este sentido, y tal como sostiene Caruso (2014), esta especie constituye una de las principales problemáticas de índole ambiental que afectan a esta zona. Otras especies de árboles fueron ejemplificadas en bajas frecuencias.

Las especies arbustivas también se ejemplificaron, siendo el ligustro (*Ligustrum lucidum*) una de las especies mencionadas en los dos grupos de libros. En la Argentina se encuentran dos especies exóticas invasoras bajo el género *Ligustrum*, se trata del ligustro o siempre verde y la ligustrina (*L. sinense*). Ambas especies son originarias de China, y presentan características que las convierten en invasoras exitosas. Fueron introducidas como plantas ornamentales y para utilizarlas como cercos vivos, aunque luego se convirtieron en invasoras en las selvas de Yungas del noroeste del país, sierras de Córdoba y en la provincia de Buenos Aires (Zamora Nasca, Montti, Grau y Paolini, 2014).

Las referencias que fueron halladas en los libros de texto, en general mencionan la palabra ligustro y sólo dos libros direccionan los ejemplos a la invasión de esta especie en dos áreas protegidas de Argentina; una de ellas refiere a la unidad de conservación provincial Reserva Natural Punta Lara, situada en la provincia de Buenos Aires. Existen evidencias científicas de que el ligustro en este ambiente forma un bosque casi monoespecífico y que constituye el principal problema de conservación que presenta la Selva Marginal (Herrera y Torres Robles, 2012). La otra mención refiere a la invasión en

la Selva de las Yungas; lo que se expone en el texto permite comprender que se trata de una especie exótica que afecta las características del ambiente y la comunidad de aves. Estudios científicos indican que el ligustro es una especie exótica invasora en las Yungas y dominan los bosques secundarios (Zamora Nasca *et al.*, 2014). Sobre la base de esta información, sería deseable una mayor presencia de la especie en las referencias regionales que se utilizan en los ejemplares de libros escolares analizados.

La rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa*) fue utilizada en mayor medida por los LT de ESS, sin embargo, solamente en uno de ellos (ESS3) se realizó una adecuada conceptualización. En el LT se indica el lugar de origen de la especie, datos acerca de su introducción, capacidad invasora e impacto producido; además, se destacan los productos que el ser humano obtiene de ella para su consumo. Es pertinente remarcar que la rosa mosqueta es una de las plantas leñosas introducidas con mayor extensión en la región andino-patagónica de Argentina; su introducción data de mediados del siglo pasado en el Parque Nacional Nahuel Huapi (Río Negro, Argentina). Debido a su condición de invasora y a la potencialidad del hábitat a ser invadido, la expansión de la especie ha sido importante, por lo que en la actualidad se la encuentra en la región sur cordillerana de las provincias de Neuquén, Río Negro y Chubut (Dacar, Dalmaso, Bobadilla y Cuevas, 2019). Esta especie, al igual que otras (*e.g.*, ciervo colorado, castor) son consideradas emblemas regionales en la Patagonia, por lo que la implementación de medidas de manejo resulta complejo (Speziale *et al.*, 2012; Relva *et al.*, 2014).

Existen estudios que muestran que aproximadamente la mitad de las plantas mencionadas por los estudiantes son especies ornamentales o comestibles, entre las cuales las rosas son las preferidas (Campos *et al.*, 2013; Nates *et al.*, 2010), lo que se debe a su colorido y perfume. En esta misma línea, Eyssartier, Margutti y Lozada (2017) indican que las plantas exóticas fueron mencionadas en una proporción mayor que las especies nativas, entre las cuales la más numerosa fue la rosa mosqueta. Asimismo, encontraron que la mayoría de los niños se referían a plantas encontradas en su vida cotidiana en estrecha asociación con actividades realizadas en sus entornos inmediatos. Esto da cuenta, que el conocimiento vegetal en los niños refleja los procesos cognitivos adquiridos en su experiencia cotidiana; es decir, tiende a ser influenciado no sólo por la educación formal (similar en todas las escuelas) sino también por su entorno ambiental, costumbres familiares, tradiciones y valores, que ofrecen la oportunidad de interactuar con las plantas de diferentes maneras.

La referencia a la caña común o caña brava (*Arundo donax*) cobra relevancia por tratarse de una especie con un gran poder invasor (lo que se expresa en el LT de ESS) y por pertenecer al grupo de las cien especies más dañinas del mundo (Lowe *et al.*, 2004).

Del mismo modo, los ejemplos a la retama (*Cytissus scoparius*) se mencionaron solamente en los manuales de ESS. Uno de los ejemplos está situado en la región patagónica, zona en la que junto con la rosa mosqueta se han naturalizado y convertido en plantas invasoras muy problemáticas (Relva *et al.*, 2014). Estas plantas, además de la ligustrina (*Ligustrum sinense*), son muy utilizadas por los pobladores de la zona para elaborar cercos vivos en sus viviendas (Rovere, Molaes y Ladio, 2013).

5.1.7.1.7 Ejemplos de algas

El alga invasora wakame (*Undaria pinnatifida*), originaria de Japón, aparece como ejemplo de especie invasora en el 21 % de los libros de ESS que dan ejemplos de especies exóticas (n=14), en cambio sólo un manual de ESB ejemplificó con el alga invasora introducida en las costas de Argentina. Algunos ejemplos hallados en los textos son:

[Alga undaria] "...se cree que se introdujo adherida a los cascos de los barcos amarrados en el muelle de Puerto Madryn y de ahí comenzó a dispersarse. Crece con gran rapidez y forma bosques submarinos que impiden la llegada de la luz a las comunidades marinas autóctonas" (ESB24, p.149).

Pero la invasora costera más molesta del momento quizá sea el alga parda wakame, que fue introducida en 1994 aproximadamente desde Asia en el Golfo Nuevo y en otras áreas de Chubut. El punto es que esta alga (conocida como la "maleza de los mares") se acumula en la playa y se pudre, algo que -en muchas toneladas- afecta a la playa de Puerto Madryn (ESS7, p. 255).

"En el mar, por ejemplo, muchas algas y pequeños invertebrados llegan adheridos a los cascos de buques provenientes de diversos lugares del mundo. Tal es el caso de la *Undaria pinnatifida*, un alga de gran tamaño que actualmente se extiende por las costas de Puerto Madryn" (ESS10, p. 275).

Esta especie, originaria de Japón, tiene la particularidad de formar parte de la lista de las 100 especies más perjudiciales del mundo (Lowe, *et al.*, 2004). La introducción en Argentina se produjo a principios de 1990, en la localidad de Puerto Madryn (Chubut) y su ingreso se presume ha sido a través del agua de lastre o adherida a los cascos de los barcos. En lo concerniente a lo que indican los textos, es de destacar que se explicita la forma de ingreso y el sitio en el cual se encontró por primera vez a la especie, también se menciona el impacto que produce sobre especies nativas. En este sentido, resulta interesante remarcar la omisión en los libros de texto acerca del impacto económico que

produce esta especie en la región de Puerto Madryn; esto sólo fue insinuado en ESS7, donde se expresa que el alga se acumula y se pudre afectando la playa. Existe información que indica que, el gran tamaño de los ejemplares de esta especie, conjuntamente con la densidad que alcanzan sus poblaciones, la transforma en un integrante muy conspicuo de la comunidad costera de la provincia de Chubut, generando un impacto visual, particularmente para las actividades subacuáticas deportivas y turísticas (Dellatorre, Amoroso y Barón, 2012). Debido a que la localidad de Puerto Madryn y sus zonas aledañas constituyen áreas turísticas de relevancia, la presencia de esta especie produce alteraciones sobre esta actividad. Esta situación debería estar incluida en los manuales escolares, ya que a partir de su presencia se pueden generar debates con los alumnos que vayan más allá de la alteración que les produce a las especies nativas, y de este modo tener una visión holística del problema que atraviesa otros aspectos, en este caso el turismo, vinculado directamente con los factores económicos.

Es de destacar que se observa una marcada asimetría en el tratamiento de las especies exóticas de plantas y arbustos en relación con los mamíferos y peces en la Patagonia. Esto confirma, en cierto modo, que los mamíferos en particular son considerados con especial atención, datos que han sido destacados por otros autores, al señalar que los mamíferos son el grupo que más les agrada y que más conocen los estudiantes. La presencia de plantas invasoras como las especies maderables (*e.g.*, pinos, eucaliptus) y arbustivas como la rosa mosqueta, no tuvieron un protagonismo tan marcado como las especies de vertebrados, principalmente el ciervo colorado, el castor y las truchas. Esto corrobora la idea de que las plantas son menos consideradas, tanto por los alumnos como en este caso por los libros de texto. La desatención hacia las plantas es un aspecto clave a tener en cuenta en los procesos de enseñanza, ya que, las fuentes de alimentos, las áreas verdes y los productos farmacéuticos que se necesitan para sobrevivir están siendo degradados (Patrick y Tunnicliffe, 2011). Por lo tanto, sería deseable que los docentes involucren a los alumnos en temas controvertidos que demanden miradas más abiertas, como podría darse desde un abordaje de estos temas como problemáticas sociocientíficas.

5.1.7.1.8 Ejemplos de microorganismos

En cuanto a los ejemplos de microorganismos, los LT de los dos niveles se refieren a ellos de forma genérica, sin especificar ninguna especie, da cuenta de ello lo encontrado en el LT ESB11: “Distintas especies introducidas en nuestro país, como el castor, el

ciervo colorado, el gorrión y muchísimas otras de vegetales, hongos y microorganismos han producido han producido diversas alteraciones en los ambientes que ocuparon” (ESB11, p.151).

En el caso de los LT de ESS se encontraron dos menciones de microorganismos: “Además, debe considerarse que en este intercambio también se transportan diversas plagas y microorganismos patógenos, causantes de enfermedades en las especies introducidas y en otros seres vivos (ESS3, p. 76). Asimismo, en el LT ESS10, se explicita: “...De manera intencionada se han introducido especies de plantas comestibles y hortícolas, árboles de valor comercial...[...]...pero con ellos han viajado plagas, microorganismos patógenos y otros seres indeseados” (p. 275).

5.1.7.2 Ejemplos de especies exóticas invasoras fuera de Argentina

En las obras analizadas también se encontraron ejemplos de invasiones biológicas que ocurren fuera de Argentina, en este sentido, el 13 % de los LT de ESB y el 36 % correspondientes a ESS han utilizado estos ejemplos. Estos resultados no indican diferencias significativas en la inclusión de los ejemplos y el nivel del LT utilizado (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,215*).

En los libros de texto de ESB se referencia la mangosta y el conejo europeo; y en los de ESS se ejemplifica con el conejo europeo, la perca del Nilo, el caballo, la rata y las cactáceas.

Así, en los manuales ESB11 y ESB30 se presentan ejemplos que involucran a las mangostas que se introdujeron de manera voluntaria en islas de Centroamérica:

“...las mangostas [*Herpestes javanicus*] se introdujeron en islas de Centroamérica con la intención de controlar la población de ratas que devoraban los cultivos de caña de azúcar. El resultado fue exitoso, pero, al cabo de un tiempo, muchas especies autóctonas disminuyeron sus poblaciones y algunas se extinguieron” (ESB11, p. 151).

El conejo europeo fue utilizado para ejemplificar la introducción involuntaria, en Australia, así dan cuenta los libros ESB20: “A mediados de 1800, el conejo europeo fue introducido accidentalmente en Australia y proliferó hasta convertirse en plaga para la agricultura” (p.193). Por su parte en el manual ESS1, se brinda un ejemplo de introducción voluntaria con fines cinegéticos del conejo europeo en Australia: “En Australia, a fines del siglo XIX, para que los colonos pudieran practicar la caza, un grupo de ganaderos introdujo doce parejas de conejos, sin saber que allí no existían predadores naturales para esa clase de mamíferos” (p.23). También en el texto ESS8 se indica que:

“Cuando se introduce una especie no nativa en un ambiente natural, puede ocurrir que no existan predadores para dicha especie y puede llegar a convertirse en una plaga, como sucedió con los conejos en Australia” (p.180).

Resulta interesante destacar la inclusión de ejemplos de invasiones ocurridas fuera de Argentina. Las menciones corresponden a introducciones que han tenido una gran repercusión a nivel mundial, como los conejos europeos en Australia y las mangostas en Centroamérica. En general se trata de especies que forman parte de la lista de especies exóticas invasoras más dañinas del mundo (Lowe *et al.*, 2004).

Los ejemplos sobre el conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*) que se encuentran en los LT refieren a su introducción voluntaria con fines cinegéticos de la especie en Australia; información que es corroborada por Fenner (2010), quien señala además que al poco tiempo de su introducción se habían extendido por todo el territorio australiano convirtiéndose en la mayor plaga animal del continente.

Por su parte, en el libro ESS3, se da un ejemplo de la introducción por parte de los españoles del caballo en el norte de América, y además el traslado de ratas a Hawái por parte de los polinesios. En el mismo libro también se menciona el caso de la introducción de la perca del Nilo en la región del lago Victoria (este de África). Este ejemplo constituye un caso emblemático de introducción a nivel mundial debido a su impacto: ha provocado la extinción de la mayor parte de las especies nativas que ocupaban el cuerpo del lago más grande del continente africano. Según García-Berthou (2011), es el caso más conocido y dramático de introducción de peces continentales. La perca del Nilo está registrada entre las 100 especies más dañinas del mundo (Lowe, *et al.*, 2004).

En los manuales ESS5 y ESS9, ambos de la misma editorial, se brinda un ejemplo sobre la introducción de cactáceas en Australia, la que fue controlada con la introducción de una especie de mariposa importada de Argentina:

“A comienzos del siglo XX, una gran invasión de cactáceas (familia de plantas que incluyen a los cactus) afectó a millones de hectáreas en Australia. A comienzos de la década de 1930, se importaron desde la Argentina unas mariposas cuyas orugas parasitan ciertos cactus. En poco tiempo se eliminó a casi todas las cactáceas. Como la mariposa solo parasita en ellas, desapareció también” (ESS5, p.254).

La invasión de plantas en sitios fuera de Argentina incluida en estos textos corresponde a ejemplos clásicos de la literatura científica de invasiones biológicas (Cordo, 2004), si bien en las páginas de los libros no se especifica de qué especie se trata, el ejemplo es muy conocido a nivel global debido al impacto que produjo.

5.1.7.3 Ejemplos de especies nativas que han causado invasiones

Especies nativas que han causado invasiones también estuvieron presentes en los LT de los dos niveles educativos, algunos ejemplos involucran al tacuarembó y el vinal.

En el libro ESB25 se menciona al tacuarembó (*Chusquea ramosissima*), especie nativa de la región de la selva misionera que, ante la presencia de disturbios se convierte en invasora.

“...En Argentina este fenómeno [pérdida de bosques] toma dimensiones actualmente preocupantes en la selva paranaense, extendida en toda la provincia de Misiones y nordeste de Corrientes, que junto con las yungas representan las áreas con más biodiversidad del país. En esta ecorregión, la selva ha sido y continúa siendo reemplazada por extensas forestaciones de especies exóticas (en general, coníferas y eucaliptus), que provocan fragmentación del hábitat, aumento de las tasas de mortalidad y daños de árboles, proliferación de especies invasoras (como el tacuarembó) ...” (p.116).

Por su parte, el libro ESB13 indica que el vinal (*Prosopis ruscifolia*), especie nativa de la región chaqueña, se expande como plaga. también se da un ejemplo de esta especie en el libro ESS3:

“Los campos del Chaco y Formosa fueron invadidos desde 1930 por el vinal, una planta espinosa que gana terreno a otras plantas. En unos pocos años, el paisaje se transformó en un terreno cubierto de vinales que reemplazó los pastizales y las tierras utilizadas para tareas agrícolas y de pastoreo” (ESS3, p.84).

La inclusión de estos ejemplos constiuyen ejemplos clásicos de invasiones provocadas por especies nativas o autóctonas de Argentina. La especie denominada tacuarembó (*Chusquea ramosissima*) presenta un comportamiento particular, en este sentido, Montti (2010) señala que, cuando el ser humano genera disturbios, se crean nuevas condiciones en el ambiente, las cuales son favorables para el crecimiento y proliferación de especies nativas invasoras como lianas o bambúes (particularmente del género *Chusquea*), las cuales pueden ocupar rápidamente los “claros” abiertos en el bosque. Tal como figura en el libro de texto, la denominación de invasora puede generar confusión en los estudiantes, debido a que no se explicita que el tacuarembó es una especie nativa y por lo tanto, puede que los estudiantes la asocien con una especie exótica invasora. En esta línea, autores como Vilá, Castro y García Berthou (2008) indican que es inapropiado llamar invasoras a las especies nativas y que deberían llamarse especies nativas colonizadoras, oportunistas o en expansión, recomendaciones estas que podrían tomarse en consideración para próximas ediciones de libros. En coincidencia con esta postura, Broz *et al.* (2020) señalan que estas especies de bambúes, en su hábitat natural

no serían invasoras, más bien colonizadoras, pues están cumpliendo un rol específico en ese ecosistema. Los autores agregan que, a pesar de esta diferencia, en la mayoría de la literatura, se las denomina invasoras, independientemente del origen. En este punto, es pertinente retomar los aspectos inherentes con las definiciones y la variedad de términos empleados en el tratamiento de la biología de las invasiones. En este sentido, literatura científica contiene grandes controversias sobre algunos de los conceptos centrales como, por ejemplo, el de especie invasora, al respecto Pereyra (2016) destaca que, en las publicaciones científicas, no es común que haya una definición de especie invasora y que cuando está presente, es difícil distinguir el criterio utilizado.

En relación al vinal (*Prosopis ruscifolia*), especie nativa de la región chaqueña de Argentina que fue citado como ejemplo en dos de los textos analizados, se destaca la mención de términos como invasión o plaga al referirse al comportamiento de esta especie. Si bien se trata de una especie nativa, en el año 1940 fue declarada plaga nacional para la agricultura (Astrada y Adámoli, 2005). Del mismo modo que lo señalado para la especie tacuarembó sería adecuado, que en los LT se deje claramente explicitado el estatus de la especie cuando se presenta el tratamiento de la problemática asociada con el vinal, y así evitar confusiones o comprensiones inadecuadas, más allá que las especies se comporten como plagas o invasoras.

5.1.8 Ejemplos de interacciones entre especies exóticas invasoras y nativas

En los distintos LT de ambos niveles educativos se observan varios ejemplos de interacciones entre especies exóticas invasoras y especies nativas. Los resultados indican que el 65 % (15 LT), de los 23 manuales de ESB que presentan ejemplos, incluyen estas asociaciones. Del mismo modo ocurre en los LT de ESS, en los que el 57 % (8 LT), de los 14 manuales de ESS que presentan ejemplos, identifican las interacciones entre especies exóticas invasoras y nativas, no habiendo diferencias estadísticamente significativas entre los dos niveles educativos y la presentación de interacciones entre especies exóticas invasoras y nativas ($\chi^2 = 2,41$; $gl=1$; $p\text{-valor}=0,623$) (Tabla 3.20.).

Tabla 3.20. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, sobre la presencia de ejemplos de interacciones entre especies exóticas invasoras y especies nativas en los LT que incluyeron ejemplos (ESB, n=23; ESS, n=14). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. p = valor del test de Chi-cuadrado de Pearson. 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 $p \leq 0,05$.

	ESB (n=23)	ESS (n=14)	p (Prueba de independencia χ^2)
Presencia	15 (65 %)	8 (57 %)	0,623
Ausencia	8 (35 %)	6 (43 %)	

Los ejemplos de interacciones se refieren principalmente a los mamíferos como especie exótica invasora, encontrándose en el 52 % de los LT de ESB que presentaban ejemplos de especies exóticas invasoras (en 12 de los 23 LT) (*Prueba binomial; p-valor=1,000*) y en el 43 % de ESS (en 6 de los 14 LT) (*Prueba binomial; p-valor=0,791*). Estos resultados muestran la independencia existente entre los LT de ambos niveles educativos y la inclusión de estos ejemplos ($\chi^2=0,302$; $gl=1$; $p-valor=0,582$) (Tabla 3.21.). También se encontraron interacciones causadas por aves, peces, “invertebrados” y plantas; en todos los casos la presencia de los ejemplos fue significativamente baja, mostrando independencia en la inclusión de ejemplos de interacciones y el nivel de los LT (Tabla 3.21.).

Tabla 3.21. Frecuencias absolutas y relativas en porcentaje de grupos de especies exóticas mencionadas en los libros de texto que presentaron ejemplos de interacciones entre especies exóticas invasoras y nativas, ESB (n=23) y ESS (n=14). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. p = valor de la prueba binomial. 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=23)	p	ESS (n=14)	p	Prueba de independencia χ^2
Mamíferos	12 (52 %)	1,000	6 (43 %)	0,791	0,582
Aves	2 (9 %)	0,000	3 (21 %)	0,057	0,346(a)
Peces	1 (4 %)	0,000	3 (21 %)	0,057	0,142(a)
“Invertebrados”	1 (4 %)	0,000	1 (7 %)	0,002	1,000(a)
Plantas	3 (13 %)	0,000	0 (0 %)	-	0,275(a)

5.1.8.1 Ejemplos de interacciones entre mamíferos exóticos y mamíferos nativos, plantas y aves.

De la totalidad de los LT de ESB (12) que ejemplifican interacciones que incluyen a mamíferos exóticos invasores, el 42 % de ellos menciona la relación de competencia entre el ciervo colorado (*Cervus elaphus*) y el huemul (*Hippocamelus bisulcus*) (Tabla 3.22.). Las interacciones entre el ciervo colorado y el pudú (*Pudu puda*), y la liebre

europea (*Lepus europaeus*) con la mara o liebre patagónica (*Dolichotis patagonum*) fueron encontradas en el 33 % de los LT. En tanto que, la relación entre la liebre europea con el huemul presentó una frecuencia menor (8 %). Asimismo, en los LT de ESB se encontró relación de competencia entre especies de mamíferos domésticos con animales nativos, entre los cuales la vaca (*Bos taurus*) es vinculada con distintas especies de mamíferos nativos.

La inclusión de ejemplos donde se muestran interacciones de depredación fueron más escasas, en este sentido, en los LT de ESB se menciona la interacción del visón (*Neovison vison*) y aves nativas. También se ejemplifican relaciones de herbivoría entre el castor con la lenga (25 %), el ciervo colorado con el roble pillín (8 %) y el jabalí (*Sus scrofa*) con los pastizales y plantas autóctonas (8 %) (Tabla 3.22.).

En los libros del nivel ESS, que ejemplifican interacciones que incluyen a mamíferos exóticos invasores (6 LT), se mencionaron menor número de interacciones (7) entre mamíferos exóticos invasores y especies nativas, entre las cuales el ciervo colorado y el huemul fue la de mayor frecuencia (33 %) (Tabla 3.22.): La interacción ciervo colorado y pudú, al igual que las de la liebre europea con el huemul y con la vizcacha (*Lagostomus maximus*) presentaron una frecuencia menor (17 %). En lo concerniente a la relación de herbivoría, los LT incluyeron ejemplos entre el castor y la lenga (50 %); y en menor proporción (17 %) entre el ciervo colorado y maqui, y el jabalí con los pastizales y plantas autóctonas. Los LT de ESS no incluyeron ejemplos de interacciones entre animales domésticos y especies nativas.

Tabla 3.22. Frecuencias absolutas y relativas en porcentaje de interacciones entre especies de mamíferos exóticos invasores y especies nativas mencionadas en los libros de texto que presentaron ejemplos de interacciones de mamíferos, ESB (n=12) y ESS (n=6). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior.

	ESB (n=12)	ESS (n=6)
Ciervo colorado / Huemul	5 (42 %)	2 (33 %)
Ciervo colorado / Pudú	4 (33 %)	1 (17 %)
Ciervo colorado / Roble Pellín	1 (8 %)	0 (0 %)
Ciervo colorado / Maqui	0 (0 %)	1 (17 %)
Castor / Lengua, bosque nativo	3 (25 %)	3 (50 %)
Liebre europea / Mara	4 (33 %)	1 (17 %)
Liebre europea / Huemul	1 (8 %)	0 (0 %)
Liebre europea / Vizcacha nativa	0 (0 %)	1 (17 %)
Jabalí / Pastizal y plantas autóctonas	1 (8 %)	1 (17 %)
Visón / Aves nativas	1 (8 %)	0 (0 %)
Vaca / Ciervo de los pantanos	1 (8 %)	0 (0 %)
Vaca / Venado de las pampas	1 (8 %)	0 (0 %)
Vaca / Huemul	1 (8 %)	0 (0 %)
Vaca / Vicuña	1 (8 %)	0 (0 %)

5.1.8.1.1 Ejemplos de interacciones entre mamíferos exóticos y nativos

Las interacciones entre mamíferos exóticos invasores y nativos fueron consideradas en los dos grupos de LT. El ciervo colorado fue utilizado por los dos grupos de textos para señalar su interacción con el huemul y el pudú; la liebre europea y la mara, también fue ejemplificada en los LT de los dos niveles, aunque en ESB también se incluyó la vinculación de esta especie invasora con el huemul. La relación entre el ganado vacuno y diferentes especies de mamíferos nativos fue incluida en los LT de ESB, en tanto que no se presentaron estos ejemplos en los manuales de ESS.

Ejemplos de interacción entre el ciervo colorado (*Cervus elaphus*) y huemul (*Hippocamelus bisulcus*)

La interacción más utilizada en los textos de ESB corresponde al ciervo colorado, especie exótica introducida en territorio argentino, y el huemul, una especie nativa de la Patagonia. Los ejemplos hallados en el manual ESB13 señalan que: “La introducción del ciervo colorado (una especie europea) en el sur de la Argentina y Chile afecta seriamente a la población nativa de huemules” (p.59). Más adelante, en el mismo libro, se repite este ejemplo de interacción “...el huemul, un ciervo nativo, en peligro de extinción por el

avance de los ciervos europeos introducidos por el ser humano” (p.83). En ESB18 se presenta también esta interacción relacionando el impacto sanitario que pueden ocasionar estos cérvidos exóticos a las especies nativas como el huemul: “La caza furtiva, los incendios accidentales –que destruyen su hábitat natural- y el contagio de enfermedades, propias del ganado doméstico y de las especies de ciervos exóticos europeos, amenazan con eliminar al huemul” (p.192). El manual ESB22 también aborda esta interacción indicando: “El aumento de la población del ciervo europeo introducido en los bosques andino-patagónicos provocó la disminución del número de individuos de las especies de ciervos nativos: huemul y pudú, que se alimentan de los mismos vegetales” (p.261). También el libro de texto ESB24 señala que: [El ciervo colorado] “Se alimenta del roble pellín. Compete por el alimento con los ciervos autóctonos. Perjudica especialmente al ciervo huemul (especie autóctona en peligro de extinción)” (p.149). En el manual ESB26 también se presenta:

“El ciervo colorado europeo fue introducido en la Argentina para fomentar la caza deportiva. Al no tener predadores naturales, comenzó a reproducirse con éxito y a competir con las especies nativas, como el pudú y el huemul, cuyas poblaciones comenzaron a disminuir drásticamente” (ESB26, p.155).

En cuanto a los textos correspondientes a ESS, la interacción ciervo colorado y huemul fue tratada por dos LT (ESS3 y ESS17), en el primero de ellos se indica:

“La introducción del ciervo colorado, una especie de origen europeo, dentro de la comunidad del huemul, una especie nativa del sur de Chile y Argentina, está afectando seriamente la abundancia de la población autóctona. Como el ciervo colorado usa los mismos recursos y en mayor cantidad que el huemul, resulta un competidor más fuerte que reduce la disponibilidad de alimento y espacio a niveles que ponen al huemul en peligro de extinción” (ESS3, p.36).

En el LT ESS17 se menciona la interacción de competencia que se establece entre la especie exótica invasora y el cérvido nativo (huemul): “El ciervo colorado europeo compitió exitosamente con dos especies locales, el pudú o ciervo enano y el huemul” (ESS17, p.112)

Ciervo colorado (*Cervus elaphus*) y pudú (*Pudu puda*)

La interacción entre el ciervo colorado y el pudú (cérvido nativo de la región andina de América del Sur) también fue ejemplificada en los libros analizados. Tal es el caso de lo hallado en ESB22, donde se presenta a este cérvido como competidor de especies nativas como el pudú. Situación similar se presenta en ESB24 donde se plantea que: “El Pudú (*Pudu puda*) habita los bosques andino-patagónicos y la causa principal de

su amenaza es la introducción de una especie invasora -el ciervo colorado- en la región” (p.149). También en el texto correspondiente al libro ESB26 se hace mención a esta interacción a la vez que se menciona la relación con el huemul.

Esta interacción fue ejemplificada en uno de los LT de ESS, en el cual también se hace referencia a la competencia con otro mamífero nativo como es el huemul: “El ciervo colorado europeo compitió exitosamente con dos especies locales, el pudú o ciervo enano y el huemul” (ESS17, p.112).

Liebre europea (Lepus europaeus) y mara o liebre patagónica (Dolichotis patagonum)

En el libro de texto ESB1 se menciona a la liebre europea como competidora con la mara o liebre patagónica, especie nativa de Argentina: “...Tal es el caso de la introducción en nuestro país de la liebre europea, que compite con la mara” (p.186). También este ejemplo de interacción es utilizado en ESB4: “...El caso de la introducción de la liebre europea que compite y desplaza a la mara o liebre patagónica, haciendo que su población disminuya” (p.94). Por su parte el manual ESB22 hace mención a esta interacción señalando la competencia con roedores nativos “La liebre europea se reprodujo rápidamente en los pastizales pampeanos desde que se la introdujo a fines del siglo XIX y desplazó a diversos roedores nativos” (p.259). Del mismo modo el manual ESB30 señala que: “La liebre europea es una especie exótica en la Patagonia, que compite con la mara nativa” (p.199). La competencia interespecífica liebre europea y mara, también fue utilizada por el manual ESS8: “La liebre patagónica o mara sufrió una reducción drástica en el tamaño de su población debido a la introducción en su hábitat natural de la liebre europea, que resultó ser competitivamente más apta en este ambiente” (p.180).

Liebre europea (Lepus europaeus) y vizcacha (Lagostomus maximun)

La interacción entre la liebre europea y la vizcacha (*Lagostomus maximun*), roedor que habita en Sudamérica, desde el sur de Bolivia y Paraguay hasta el norte de la Patagonia argentina. Este vínculo de competencia fue mencionado sólo en uno de los manuales correspondientes a ESS, no habiendo ejemplos de esta interacción en ESB. El manual ESS7 señala esta competencia del siguiente modo: “...compiten por el alimento, como ocurre con la liebre europea y la vizcacha nativa” (p.255).

Liebre europea (Lepus europaeus) y huemul (Hippocamelus bisulcus)

El libro ESB11 utiliza como ejemplo de interacción a la liebre europea y el huemul: “En el Parque Nacional Los Glaciares, por ejemplo, al introducir la liebre europea [...] se puso en riesgo al Huemul, una especie de ciervo nativo en peligro de extinción” (p.156). Los libros de texto de ESS no utilizaron ejemplos con esta relación de competencia.

Ganado vacuno y vicuña (Vicugna vicugna), venado de las pampas (Ozotoceros bezoarticus), ciervo de los pantanos (Blastocerus dichotomus) y huemul (Hippocamelus bisulcus)

También se encontraron ejemplos correspondientes a especies de mamíferos domésticos, que incluyeron al ganado vacuno, el cual se ejemplificó en interacción directa con el venado de las pampas y el ciervo de los pantanos, para el cual se presenta un ejemplo situado:

“En los Esteros del Iberá habitan varias especies de animales herbívoros autóctonos, como el ciervo de los pantanos y el venado de las pampas. Estos animales en peligro de extinción se enfrentan al problema de tener que competir por el alimento con el ganado doméstico introducido por el hombre” (ESB24, p.96).

En el LT ESB11 se presenta el ejemplo de interacción entre el ganado vacuno y el huemul “En el Parque Nacional Los Glaciares, por ejemplo, al introducir la liebre europea y el ganado vacuno (que resultaron nuevas presas para el puma), se puso en riesgo al Huemul” (p.156). En relación al ganado vacuno y la vicuña, dos LT de igual editorial incluyeron el mismo ejemplo:

“Por ejemplo, cuando se introdujo el ganado en el norte argentino, este comenzó a competir por el alimento con las vicuñas. Esto provocó una disminución en la población de vicuñas debido a la competencia por el alimento y, también, por el aumento de la población de pumas, que se vieron favorecidos debido a la abundancia de presas fáciles de atrapar” (ESB18, p.168, ESB26, p.149).

Ejemplos con este tipo de interacciones no se encontraron en los textos de ESS.

Discusión

Atendiendo a estos resultados es preciso señalar que, al conceptualizar estas interacciones, los libros de texto indican que se trata de una especie exótica o introducida que con su accionar incide sobre especies nativas o autóctonas en peligro de extinción. Este tipo de abordajes favorecen la comprensión de la relación de competencia que se da entre las especies, ya que se indica el estatus de cada una de ellas y la forma en que se

relacionan competitivamente en el ambiente. En este sentido, el ejemplo de la interacción que se establece entre el ciervo colorado como especie invasora y el huemul (*Hippocamelus bisulcus*) y el pudú (*Pudu pudu*) como nativa, está en concordancia con estudios científicos que ponen de manifiesto estas relaciones, e indican que las poblaciones de los ciervos nativos están seriamente disminuidas (Chebez y Rodríguez, 2013).

En relación a los ejemplos que contemplan a la liebre europea (*Lepus europaeus*) como especie invasora interactuando con la especie nativa mara o liebre patagónica (*Dolichotis patagonum*), son importantes porque la liebre europea está distribuida por todo el territorio argentino, con excepción a Tierra del Fuego, y fue declarada plaga nacional por los daños que ocasiona a la agricultura (Chebez y Rodríguez, 2013). En lo concerniente a su relación con la fauna nativa, la liebre europea es un invasor exitoso en el área de distribución de la mara, especie con la cual experimenta un solapamiento de nicho trófico (Monteverde, Cirignoli, Bonino, Gonzalez y Aprile, 2019). Otros estudios realizados en Argentina han comprobado que la liebre europea ejerce un impacto sobre la mara, ya que actúa como un competidor directo por los recursos (Fariñas Torres, Olmos y González, 2021).

En relación al ejemplo de interacción entre la liebre europea y el huemul, un dato relevante de esta mención, es que en el ejemplo se pone en conocimiento al lector acerca del estatus de la especie nativa.

Las interacciones descritas entre el ganado vacuno y la fauna nativa, dan cuenta de la relación que establecen con el venado de las pampas (*Ozotoceros bezoarticus*), al cual las vacas les transmiten enfermedades. También se ejemplifica la interacción con la vicuña (*Vicugna vicugna*) como competidores de tipo de trófico. La vicuña es un camélido silvestre que habita la región del altiplano y posee un alto valor cultural en los pueblos andinos. Esta especie convive con el ganado exótico (e.g., ovejas, cabras o vacas) y pueden ser competidores, ya que tienen preferencias similares por los recursos alimentarios (Rojo, Arzamendia y Vilá, 2012). En los libros en que se mencionan estas interacciones no se explicita el estatus de la especie que compite con la exótica invasora, de esta forma, es muy poco probable que los alumnos puedan identificar la condición de las especies que se presentan en la ejemplificación. Solamente en el LT ESB24, en el cual se indica que tanto el ciervo de los pantanos como el venado de las pampas, son dos especies en peligro de extinción, en el resto de las obras solo se hace referencia a la interacción.

5.1.8.1.2 Ejemplos de interacción entre mamíferos exóticos y plantas nativas

Entre los ejemplos de interacciones en los manuales, también se hallaron aquellos que relacionan a los mamíferos exóticos con especies vegetales nativas o autóctonas. La relación entre el castor (*Castor canadensis*) y la lenga (*Nothofagus pumilio*), especie nativa del bosque andino patagónico del sur de Argentina y de Chile, fue la más utilizada en los LT de los dos niveles educativos. También se presentaron ejemplos que vinculan al ciervo colorado (*Cervus elaphus*) con dos especies de plantas nativas de la región patagónica de Argentina y Chile, el maqui (*Aristotelia chilensis*) y el roble pellín (*Nothofagus obliqua*). La interacción entre el jabalí (*Sus scrofa*) y el pastizal nativo fue mencionado también en los LT de ambos niveles educativos.

Tal es el caso de lo hallado en ESB3, en el que se indica la relación interespecífica entre el castor y la lenga, especie arbórea representativa del bosque andino patagónico del sur de Argentina y de Chile. En el ejemplo se indica que:

“Entre 1945 y 1946, la Marina Argentina liberó 25 parejas de castores canadienses en Tierra del Fuego. Actualmente, se encuentran varias colonias de castores en cada kilómetro cuadrado de la zona. Este animal necesita troncos para construir verdaderas represas e instalar sus madrigueras. Se observó que tienen que utilizar más lenga (de crecimiento lento) e individuos jóvenes. Por lo tanto, no permiten la reforestación de estas poblaciones. Por otro lado, los diques que construyen causan verdaderas inundaciones, y las raíces de los árboles quedan por bastante tiempo bajo el agua, por lo cual los árboles más añosos también mueren. ¡Un verdadero desastre ecológico, con solo 25 parejas de castores!” (ESB3, p.155).

Asimismo, en el libro ESB24 se alude a esta interacción: “Los castores levantan diques y hacen que los árboles se pudran, tal es el caso de las lengas. Si llegaran a ocupar los bosques del sur argentino, sería muy difícil erradicarlos y se convertirían en un grave problema” (p.153). Del mismo modo, en ESB28 se indica que:

“La ausencia de predadores naturales y la presencia de alimentación abundante favorecieron su rápido avance, tirando a su paso lengas y ñires, que son roídos por sus incisivos. Con la madera construyen diques que retienen sedimentos y materia orgánica en los canales, crean y mantienen terrenos pantanosos, modifican el ciclo de nutrientes, alteran la estructura y dinámica de la zona ribereña, e influyen en el agua y materiales transportados. Finalmente inciden en la composición y diversidad de la comunidad biótica, y modifican las interacciones del ecosistema local” (ESB28, p.248).

En los libros de texto del nivel ESS, se utilizó el modelo de interacción que involucra también al castor canadiense, pero sin hacer referencia puntualmente con alguna especie de árbol nativo, sólo se refiere al bosque nativo; en este sentido en los textos ESS7, ESS10 y ESS15 se indica que a partir de los diques construidos por los

castores, los bosques nativos se han inundado y de este modo los ecosistemas han sido modificados: “Por el castor canadiense, los bosques de Tierra del Fuego se llenaron de lagunas” (ESS7, p.255). En las páginas de ESS10 se indica que:

“La introducción de los castores tuvo un gran impacto en los ecosistemas de Tierra del Fuego, pues talan desde el tronco muchos árboles nativos para construir sus diques. Por otra parte, los diques limitan la circulación de los cursos de agua crean embalses que inundan los bosques adyacentes y ahogan las plantas vecinas. La alteración es tan impactante que ya forma parte del recorrido turístico del lugar” (ESS10, p.273).

Por su parte, en ESS15 se puede leer: “Las especies invasoras modifican el ecosistema. Por ejemplo, los castores han construido diques e inundado muchos bosques nativos de Tierra del Fuego” (p.146).

En relación al ciervo colorado, en el LT ESB24 se indica que este se alimenta de roble pellín (ESB24, p.149). Por su parte, en el manual de ESS7 se presentó un ejemplo que incluyó al ciervo colorado y una planta arbórea nativa del sur de Argentina denominada maqui “...O bien se alimentan de otras especies, como el ciervo colorado con el maqui, un arbusto de Bariloche”. (p.255).

Otra especie de mamífero introducida que interactúa con plantas es puesta de manifiesto en el texto ESB24, en el cual se indica que el jabalí provoca la eliminación de plantas autóctonas:

“...en el Parque Nacional El Palmar, ubicado en la provincia de Entre Ríos, fueron introducidas dos especies exóticas provenientes de Europa, que causaron graves alteraciones al equilibrio del ecosistema natural [...] El jabalí, al hociquear escarbando, la tierra, elimina el pastizal y las plantas autóctonas...” (ESB24, p.149).

También en el manual del nivel ESS7 se da un ejemplo situado en El Palmar de Entre Ríos, señalando que los jabalís destruyen las plantas de palmera nativa “Existen también algunas evidencias de que los jabalís destruyen plántulas y cocos de palmera al comérselos” (p.255).

Los resultados indican que las editoriales de ambos grupos de LT utilizaron los mismos ejemplos de mamíferos exóticos invasores para representar las interacción de mamíferos con especies de plantas nativas (e.g., castor, ciervo colorado y jabalí). En el caso del castor, que fue la especie más nombrada en ambos grupos de LT, se la relacionó con plantas características de los bosques andino patagónicos del sur de Argentina y de Chile; se trata de la lenga (*Nothofagus pumilio*) y el ñire (*Nothofagus antarctica*) que, según Chebez y Rodríguez (2013), son las especies nativas más castigadas. En el caso de

los manuales de ESS no se indicó a ninguna especie en particular, sino que directamente se hizo alusión al bosque nativo. Estos ejemplos, están alineados con lo expresado por la comunidad científica que considera al castor como un ingeniero del ecosistema³, sin embargo, esta referencia estuvo ausente en los manuales analizados. Resulta necesario aclarar que, de la lectura de los textos puede surgir la idea de que el castor sólo impacta sobre las especies de plantas como la lenga y el ñire que cortan para construir diques; sin embargo, esta especie produce un impacto negativo en todo el ecosistema (Fasanella y Lizarralde, 2015).

También se mencionaron interacciones entre el ciervo colorado con el roble pellín (*Nothofagus obliqua*) y el maqui (*Aristotelia chilensis*), dos especies características de la zona de los bosques andino patagónicos cuya interacción está documentada en la literatura científica (Chebez y Rodríguez, 2013; Sanguinetti *et al.*, 2014). Una nota de interés, que surge del análisis, es que en ambos textos no se hace referencia a que tanto el roble pellín como el maqui son especies de plantas nativas, desaprovechando la oportunidad de aportar al conocimiento sobre el estatus de ejemplares que son propios de una región. De este modo, la ausencia de una mención directa que señale a formas autóctonas podría colaborar con el desconocimiento acerca de las mismas por parte de comunidad escolar.

Otros ejemplos, contextualizados en el Parque Nacional El Palmar (Entre Ríos), refieren a la especie invasora jabalí (*Sus scrofa*), considerada dentro de las especies invasoras más dañinas del mundo (Lowe *et al.*, 2004). Los ejemplos de los LT indican que este animal elimina el pastizal y las plantas autóctonas, y además afecta a las palmeras. Algunas investigaciones señalan que no existen investigaciones pormenorizadas sobre el deterioro que ejerce sobre la fauna y flora autóctonas (Chebez y Rodríguez, 2013), sin embargo estudios más recientes indican que el impacto del jabalí sobre plántulas de palmera es uno de los más relevantes en el Parque Nacional El Palmar (Goveto 1995 como se citó en Ballari, 2014; Cuevas Ojeda y Jaksic, 2016).

³ organismos que alteran el estado de los factores bióticos y abióticos, creando o modificando sustancialmente los ecosistemas que habitan, influyendo sobre la disponibilidad de los recursos de otras especies (Fasanella y Lizarralde, 2015).

5.1.8.1.3 Ejemplos de interacciones entre mamíferos exóticos y aves nativas

La relación entre los mamíferos exóticos y las aves nativas también fue utilizada para representar la interacción de las especies exóticas con las nativas, en este caso del tipo predador-presa. El ejemplo utilizado, en el manual ESB22, está contextualizado en la región patagónica y da cuenta de la acción ejercida por el visón americano sobre aves nativas: “Los visones introducidos en los bosques patagónicos para la producción peletera fueron liberados al quebrar esa industria; se convirtieron en invasores y se alimentan de las aves nativas de la zona” (p.261).

Si bien en el texto no se hace referencia a ninguna especie de ave en particular, la evidencia científica da cuenta que se trata del macá tobiano (*Podiceps gallardoi*), especie de ave zambullidora endémica (exclusiva) de la provincia de Santa Cruz, que durante los meses de verano se reproduce en los lagos y lagunas de las mesetas de altura de la provincia. En Argentina es considerada una especie bandera, motivo por el cual la *Birdlife international* y la IUCN la clasificaron como críticamente amenazada a nivel global (Roesler y Fasola, 2019). Roesler, Imberti, Casañas y Volpe (2012) señalan que el visón americano es un nuevo depredador del macá tobiano en el Lago Buenos Aires de la provincia de Santa Cruz. Aquí, una vez más, se pierde la oportunidad didáctica de incorporar información sobre especies propias del lugar, particularmente, de formas endémicas, como es el caso del macá tobiano, que están en peligro de extinción.

5.1.8.2 Ejemplos de interacciones entre aves exóticas y nativas

Del mismo modo que se presentaron ejemplos de interacciones entre mamíferos exóticos y especies nativas, los libros de textos también incluyeron interacciones entre aves exóticas y aves nativas. Los dos LT de ESB que incluyeron estos ejemplos mencionaron la interacción entre el gorrión (*Passer domesticus*) y el chingolo (*Zonotrichia capensis*).

Por su parte, los tres LT de ESS que dan ejemplos de estas relaciones señalan a las interacciones de la paloma doméstica (*Columba livia*) con la torcaza (*Zenaida auriculata*) y con el chingolo; y además, incluyen a las de los estorninos pinto y crestado (*Sturnus vulgaris* y *Acridotheres cristatellus*) con “aves nativas” (Tabla 3.23.).

Tabla 3.23. Frecuencias absolutas y relativas en porcentaje de interacciones entre especies de aves exóticas invasoras y especies nativas mencionadas en los libros de texto que presentaron ejemplos de aves, ESB (n=2) y ESS (n=3). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior.

	ESB (n=2)	ESS (n=3)
Gorrión / Chingolo	2 (100 %)	0 (0 %)
Paloma doméstica / Paloma torcaza	0 (0 %)	1 (33 %)
Paloma doméstica / Chingolo	0 (0 %)	1 (33 %)
Estorninos (pinto y crestado) / Aves nativas	0 (0 %)	1 (33 %)

Así, en el manual ESB3 se indica que los gorriones han establecido una relación negativa con los chingolos: “Por ejemplo, la introducción de gorriones en nuestro país hizo disminuir la población de chingolos.” (p.155). También el LT ESB23 señala al respecto: “Aquí, los gorriones encontraron suficiente alimento y compitieron con los chingolos (autóctonos) por el alimento” (p.121).

En los manuales de ESS también se presentaron ejemplos de interacción entre aves exóticas y nativas, en ESS1 se expone la interacción de la paloma doméstica con dos especies autóctonas como la torcaza y el chingolo:

“Las palomas son aves que se encuentran con frecuencia en las ciudades argentinas. Sin embargo, su amplia distribución no se debe a que sea una especie original de estas tierras: es una de las tantas especies exóticas, que además establecieron competencia con las autóctonas, como el chingolo y la torcaza” (p.40).

De igual forma en ESS7 se da el ejemplo de dos especies de passeriformes introducidos en Argentina, el estornino pinto y el crestado: “Los estorninos encontraron aquí un lugar ideal para desplazar a pájaros nativos en la competencia por nidos y alimentos”. (p.255).

Los resultados, en su conjunto, indican que los ejemplos de interacciones entre aves exóticas y nativas no son muy frecuentes en los dos grupos de LT. La especie que fue utilizada en ESB es el gorrión (*Passer domesticus*), al cual se le vincula con la especie nativa denominada chingolo (*Zonotrichia capenseis*); es importante destacar que uno de los LT deja explicitado el estatus de esta especie como autóctona, aspecto que aporta al conocimiento de los alumnos sobre el tema. En lo concerniente a la relación entre estas especies, la literatura científica indica que no existen evidencias de la interacción competitiva que haya llevado al desplazamiento de la especie nativa, de esto da cuenta lo expresado por Chebez y Rodríguez (2013). La presencia en los textos probablemente se encuentre asociada a una cuestión tradicional argentina, al chingolo se lo llama gorrión

americano debido al parecido que tienen con la especie exótica con la cual conviven. Con respecto al desplazamiento que el gorrión habría ocasionado sobre el chingolo, Navas (2002) refiere que la competencia que se establece entre estas especies es baja, aludiendo que la dieta del chingolo se compone casi estrictamente de semillas, en cambio el gorrión posee una dieta más amplia.

Los estorninos también son mencionados como especies que desplazan a aves nativas; esta afirmación está bien documentada para el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*), pero no así para el crestado (*Acridotheres cristatellus*). En este sentido, algunos autores señalan que algunas aves nativas se ven perjudicadas en su reproducción por el estornino pinto. En la Argentina se lo observó nidificando en cavidades de árboles contruidas por pájaros carpinteros (*Colaptes spp.*) y en nidos de hornero (*Furnarius rufus*) (Rebolo Ifran y Fiorini, 2010).

5.1.8.3 Ejemplos de interacciones entre peces exóticos y nativos

Interacciones entre peces exóticos y peces nativos fueron encontradas en bajas frecuencias en los manuales analizados. En relación al nivel ESB, el único LT que utilizó ejemplos de interacciones entre peces exóticos invasores y nativos (4 %, 1 LT de 23 que presentan ejemplos) mencionó la relación de competencia entre la trucha arco iris y marrón, ambas especies exóticas invasoras, con el pejerrey patagónico. Por su parte, el 21 % de los LT de ESS (3 de los 14 LT que presentan ejemplos) mostraron estas relaciones entre las especies; el 67 % señaló la trucha arco iris con la perca, en tanto el 33 % lo hizo con la mojarra desnuda (Tabla 3.24.).

Tabla 3.24. Frecuencias absolutas y relativas en porcentaje de interacciones entre especies de peces exóticos invasores y especies nativas mencionadas en los libros de texto que presentaron ejemplos de peces, ESB (n=1) y ESS (n=3). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior.

	ESB (n=1)	ESS (n=3)
Trucha arco iris/Pejerrey patagónico	1 (100 %)	0 (0 %)
Trucha marrón/Pejerrey patagónico	1 (100 %)	0 (0 %)
Trucha arco iris/Perca	0 (0 %)	2 (67 %)
Trucha arco iris/Mojarra desnuda	0 (0 %)	1 (33 %)

Estas relaciones, que incluyeron a especies de salmónidos introducidas en la Patagonia Argentina, tales como la trucha arco iris y la trucha marrón, presentaron, en ambos casos, la interacción y el perjuicio sobre la población de pejerrey patagónico

(ESB22). Vínculos de este tipo, se encontraron, además en el manual ESS7, en este caso la especie exótica involucrada es la trucha arco iris, en las páginas del LT se establece que esta ha desplazado a la mojarra desnuda (*Gymnocharacinus bergii*), especie endémica de la provincia de Río Negro (Argentina) que en el año 2009 fue declarada Monumento Natural: “La introducción de la trucha arco iris, en ríos y arroyos patagónicos, dejó confinada a la mojarra desnuda a sobrevivir en el Arroyo Valcheta, en la provincia de Río Negro” (p.255). Si bien los salmónidos introducidos en Patagonia ponen en alerta a las poblaciones de peces nativos, incluida la mojarra desnuda, el confinamiento de la especie en el arroyo Valcheta responde más a una cuestión adaptativa, tal como lo expresan Miquelarena, Nadalin y López (2011). Tal como se muestra en el libro de texto, no es posible que los lectores puedan identificar y valorar a esta especie endémica, más si se tiene en cuenta que el tema se desarrolla en una lectura complementaria dedicada al tratamiento de las especies exóticas invasoras titulada “Flora y fauna de la Argentina, invadidas por especies exóticas”. Estos espacios, quedan abiertos a la voluntad que el docente tenga para desarrollar y ampliar el tema, incluso para proponer a los estudiantes a que realicen una búsqueda de información fuera del LT.

Por su parte, en el LT ESS16 se menciona la relación entre la especie nativa denominada perca o trucha criolla (*Percichthys trucha*) con la especie invasora trucha arco iris: “En nuestro país, la presencia de truchas afectó en forma negativa a la población de percas, un pez autóctono que, en muchas zonas, prácticamente se ha extinguido, ya que su nicho ecológico es muy similar al de la especie introducida” (ESS16, p. 233).

En cuanto a la interacción entre las especies de truchas invasoras (trucha arco iris y trucha marrón) con especies nativas como el pejerrey patagónico (*Odontesthes hatcheri*) y la perca o trucha criolla (*Percichthys trucha*), los LT no brindan información relacionada al tipo de interacción que se establece, en este sentido hay estudios que indican que no es posible establecer el impacto causado por estas especies sobre las poblaciones nativas en términos de competencia alimentaria (Grosman, 2005). Por otro lado, y por tratarse de predadores tope, hay autores que señalan esta interacción resaltando que consumen principalmente a los ejemplares juveniles de las especies nativas (Chebez y Rodríguez (2013).

5.1.8.4 Ejemplos de interacciones entre invertebrados exóticos y nativos

La interacción por competencia establecida por diferentes especies de invertebrados exóticos y nativos, también estuvo representada en algunos manuales. Tal

es el caso de lo indicado en el LT ESB29, en el cual se da el ejemplo del molusco invasor denominado mejillón dorado y poblaciones nativas de moluscos: "...su gran capacidad de reproducción y adaptación ha permitido el desplazamiento de poblaciones nativas de moluscos." (p.169). Por su parte, el libro ESS3 presenta un ejemplo de interrelación entre los crustáceos cirripedios (dientes de perro) introducidos en Mar del Plata y los mejillines nativos (*Brachidontes rodriguezii*): "En particular, los dientes de perro competirían con los mejillines por la superficie en la que se adhieren" (p.68).

5.1.8.5 Ejemplos de interacciones entre plantas exóticas y nativas

La interacción entre diferentes especies de plantas exóticas y nativas se vio reflejada en el 13 % de LT ESB (3 de 23 LT que presentan ejemplos). En los libros ESB12 y ESB22 se presentan ejemplos de la interacción que se produce entre el ligustro con la flora nativa, en ESB22 se focaliza en la Reserva Natural de Punta Lara (Buenos Aires, Argentina) al respecto, en el texto se indica que: "...el ligustro, por ejemplo, son plantas ornamentales muy difundidas. Se multiplican muy rápido e invaden los bosques y eliminan a las especies nativas, como ocurrió en Punta Lara, provincia de Buenos Aires" (p.259). El LT ESB18 ejemplifica con la interacción entre el arce blanco (*Acer pseudoplatanus*) y la planta nativa arrayán (*Luma apiculata*).

Los LT de ESS no incluyeron ejemplos de estas interacciones.

5.1.9 Acciones de manejo sobre las especies exóticas y las invasiones biológicas

Las acciones de manejo que involucran a las especies exóticas y a las invasiones biológicas también fueron halladas en los manuales de ambos niveles educativos; de este modo, la presencia de estas acciones se encontró en el 44 % de los textos correspondientes a ESB y en el 35 % del nivel ESS, no habiendo asociación entre las dos variables, es decir que el nivel al que pertenece el LT no se asocia con la inclusión de acciones de manejo ($\chi^2 = 0,318$; $gl=1$; $p\text{-valor}=0,573$) (Tabla 3.25.).

Tabla 3.25. Distribución de frecuencias, absolutas y relativas en porcentaje, sobre la presencia de acciones de manejo sobre las invasiones biológicas. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). *p* = valor del test de Chi-cuadrado de Pearson. Significación bilateral $p \leq 0,05$.

	ESB (n=25)	ESS (n=17)	<i>p</i> (Prueba de independencia χ^2)
Presencia	11 (44 %)	6 (35 %)	0,573
Ausencia	14 (56 %)	11 (65 %)	

Estas acciones hicieron referencia a la prevención, al control biológico y físico de las especies exóticas invasoras. En el caso de los LT de ESB la presencia de estas tres acciones fue similar, en tanto que en los correspondientes a ESS el control biológico fue el más frecuentemente utilizado; la prueba exacta de Fisher no indica asociación entre los LT y la inclusión de acciones de manejo (Tabla 3.26.).

Tabla 3.26. Frecuencias absolutas y relativas en porcentaje de acciones de manejo de especies exóticas invasoras mencionadas en los libros de texto que incluyeron estas acciones, ESB (n=11) y ESS (n=6). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. *p* = valor de la prueba binomial. 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=11)	<i>p</i>	ESS (n=6)	<i>p</i>	Prueba de independencia χ^2
Prevención	4 (36 %)	0,549	0 (0 %)	-	0,237(a)
Control biológico	4 (36 %)	0,549	5 (83 %)	0,219	0,131(a)
Control físico	3 (27 %)	0,227	1 (17 %)	0,219	1,000(a)

Algunos manuales indicaron acciones o medidas de prevención, en las cuales el ser humano, a través de sus comportamientos, puede evitar la introducción de especies exóticas y una potencial invasión biológica. En este sentido, en el libro ESB1 se indica que: “En los parques nacionales está prohibido arrojar cualquier tipo de desechos, incluso semillas y carozos para evitar que se propaguen especies exóticas” (ESB1, p.186). También en el libro ESB11, se presenta una situación similar a la anterior en la cual se indica el potencial problema que puede generar si se arrojan residuos de frutas en un parque nacional.

Asimismo, algunos manuales se refirieron a la vigilancia del comercio y del tráfico de especies exóticas como acciones que pueden evitar invasiones biológicas. Tal es el caso del LT ESB3, en el cual se indica que a través del control o fiscalización del tráfico de especies exóticas se puede proteger la biodiversidad. En esta misma línea se encuentra el libro ESB8, en el cual se indica que:

“El comercio ilegal aprovecha el desconocimiento que tiene la mayor parte de la gente para poder distinguir entre las especies con comercialización permitida, restringida o prohibida. Si desean tener una mascota, pueden comprar canarios, perros, gatos, hamsters o cobayos. Nunca deben adquirir cardenales amarillos, tucanes, monos, tortugas de tierra, lagartos overos, ni ningún otro animal silvestre cuya venta sea ilegal” (ESB8, p.155).

En una lectura complementaria sobre las ardillas de vientre rojo del libro ESB11, también se indica que, es necesario que los seres humanos dejen de comprar animales silvestres como mascotas.

En relación a la acción de prevención, existen referentes teóricos que señalan que la estrategia de prevención constituye una medida de manejo con mejor relación costo beneficio en todos sus aspectos (económico, social y ambiental) (Apel *et al.* 2007, Darrigran y Arcarúa, 2011). Si bien no fueron muchos los LT que desarrollaron estas acciones en sus páginas, su presencia es alentadora, ya que permite poner en valor diferentes acciones individuales que actúan como preventivas de las invasiones biológicas. En este sentido, en dos textos correspondientes a ESB se indican acciones tales como no arrojar desechos de frutas como carozos o semillas en áreas protegidas, con el objetivo de evitar la propagación de especies exóticas. Es pertinente aclarar que, si bien la inclusión de esta acción es importante para que los estudiantes tomen conciencia, puede generar la idea equivocada de que sólo deban tener este tipo de conducta en áreas de conservación como los Parques Nacionales. Otro aspecto de relevancia al tratar la problemática de las invasiones biológicas es el tráfico de animales como mascotas, en esta línea los textos avanzan en la idea de proponer acciones preventivas para que los seres humanos dejen de comprar animales silvestres como mascotas. Es oportuno recordar que, según los aportes realizados por Campos, Nates y Lindemann-Matthies (2013), los estudiantes suelen estar más familiarizados con las mascotas, las plantas ornamentales y los mamíferos carismáticos y además, las autoras expresan que el contacto inicial de los más jóvenes con las especies ocurre a través de los medios masivos de comunicación, los libros y los libros de texto.

La tarea docente tiene el desafío de que, a través de la utilización de estas lecturas, pueda profundizarse en estos temas y discutir sobre ciertos comportamientos de las personas que, muchas veces son considerados ambientalmente neutros o hasta positivos (liberar un animal de su cautiverio o cultivar una planta exótica en el jardín), pero en realidad pueden resultar en impactos significativamente negativos. La consideración de este aspecto, ayudaría a evitar las introducciones llamadas negligentes, que dan cuenta de

la falta de consideración que tienen las personas sobre diferentes actividades que desarrollan. En este sentido, resultaría revelador movilizar a los estudiantes en estas prácticas, ya que el interés condiciona el aprendizaje; de este modo, los estudiantes que logren involucrarse en estas acciones serán más proactivos en la búsqueda de información que permita tomar conciencia sobre los problemas socio-ambientales que derivan de las invasiones biológicas (ECCP, 2017).

Otros libros de texto indicaron acciones de control biológico y físico sobre las poblaciones de especies exóticas introducidas. En los LT de ESB, el control biológico se presentó en ESB10, en el cual se indica que: "...Un método de control biológico es introducir una especie exótica "nueva" en un ecosistema determinado, que ataque a la población plaga" (p.225). Del mismo modo, en ESB11, se expresa que: "...las mangostas se introdujeron en islas de Centroamérica con la intención de controlar la población de ratas que devoraban los cultivos de caña de azúcar" (p.151). En el libro de texto ESB27, se les pide a los lectores que propongan alternativas de control de una población de palomas domésticas sin provocarles la muerte.

El control físico, en el nivel de ESB, se indicó en el manual ESB28, el cual da como ejemplo la captura de castores a través de trampas especiales; en este LT se resalta la idea de que "un programa de extirpación sólo funciona si se mantiene en el tiempo, y se necesita mucho dinero para hacerlo. Si no es continuo, la población en muy pocos años se recupera".

Otras referencias al control físico de las especies exóticas se hallaron en el manual ESB18, en este libro se plantea que uno de los objetivos en la restauración de un bosque es eliminar el foco de invasión, cortando los árboles invasores del sector más afectado y poniendo especial cuidado en eliminar los semilleros en toda el área de dispersión. Igualmente se manifiesta, que esta práctica de conservación demanda muchos recursos y tiempo.

También se hallaron en los textos medidas de erradicación, tal es el caso de ESB7, en el cual se plantea el siguiente interrogante: "¿Qué opinas acerca de la implementación de un plan para erradicar a los castores, considerados una plaga exótica?" (P.37). También en el manual ESB24 se deja planteado la posibilidad de erradicar a los castores: "...si llegaran a ocupar los bosques del sur argentino, sería muy difícil erradicarlos y se convertirían en un grave problema".

Los libros de texto correspondientes al nivel ESS también mostraron en sus páginas acciones de control de las especies invasoras. En relación al control biológico, en

el LT ESS1 se indica que en Australia, con el objeto de detener la invasión de conejos, se importaron zorros para controlar su población; en el texto se deja claramente expresado que en la actualidad la situación sigue sin resolverse.

Por su parte, el LT ESS5 presenta métodos alternativos para el control de plagas, en el cual se expresa: "...Otra técnica utilizada para controlar las plagas se basa en la introducción de un enemigo natural de la especie causante de la plaga, que no la elimina totalmente pero la mantiene por debajo del considerado económicamente perjudicial" (p.253). Asimismo, en los manuales ESS9 y ESS11, se indica que el control biológico se emplea con frecuencia para controlar especies invasoras, para lo cual se buscan enemigos naturales de la plaga en su lugar de origen y se los introduce, para intentar restablecer los ciclos de depredador-presa (o parásito-hospedador) que mantenían controlada las fluctuaciones de la plaga en su medio natural.

Los LT ESS5 y ESS9 incluyen a la palomilla del nopal (*Cactoblastis Cactorum*), la cual, según Zimmermann, Sandi y Rivera (2005), se ha convertido en un ejemplo de los libros de texto sobre el exitoso control biológico para combatir las especies de cactáceas del género *Opuntia* invasoras en muchos países. Esta información es compartida por Cordo (2004), quien expresa que mediante la mariposa *Cactoblastis cactorum*, introducida desde la Argentina, se logró el control de la población de cactus en Australia.

El control físico se incluyó en el libro ESS4, en este se propone la alternativa de talar los bosques, como medida de control de las especies exóticas.

En relación al conjunto de los resultados analizados, hay algunos aspectos de interés vinculados con el control de las EEI que son abordados en los manuales. Por un lado, se plantea que las acciones de control demandan muchos recursos; por otra parte, se establece que si estas acciones no se sostienen en el tiempo las poblaciones se recuperan. En esta línea, resulta valioso que los textos destaquen este aspecto de la gestión de las invasiones biológicas, ya que por ejemplo, una de las cuestiones que llevaron al fracaso en el control de los castores en Tierra del Fuego (Argentina), especie utilizada recurrentemente por las editoriales para ejemplificar una EEI, fue la discontinuidad en el financiamiento, debido a la insuficiente percepción del nivel de compromiso institucional necesario para lograr el éxito en el control o erradicación de especies invasoras (Schiavini *et al.*, 2016).

Si bien los métodos de captura de especies de organismos exóticos están estrictamente regulados por las normativas vigentes propuestas por las autoridades de

aplicación, no deja de ser un aspecto controvertido en el manejo de las invasiones biológicas, ya que en algunos casos implica la eliminación de los integrantes de la población. En este sentido, algunos textos señalaron acciones como la tala de árboles como plan de control de especies forestales. Otros, como es el caso de ESB27 al referirse al control de palomas realiza un interesante planteo; en el mismo se les propone a los estudiantes que piensen medidas de control de palomas que no les provoquen la muerte. Estas formulaciones de abordaje proponen el tratamiento del tema con base en la discusión y el debate en las aulas de clase, desde los que, sin duda, pueden surgir aportes colectivos respecto a distintas alternativas de trabajo para lograr frenar el impacto negativo que tienen estas especies.

En lo concerniente al control biológico, aunque si se presentaron ejemplos en los cuales se destaca la introducción de una especie exótica como modo de intervenir o controlar una plaga, se utilizaron ejemplos que ocurrieron fuera de Argentina, tal es el caso de los conejos de Australia y las mangostas en América Central. En ningún caso se han presentado ejemplos que involucren al control químico.

La inclusión de medidas de manejo en los LT, crea un escenario interesante para el tratamiento y puesta en debate de estas temáticas con los estudiantes, ya que, según afirman Speziale *et al.* (2012), las nuevas generaciones de América del Sur están muy alejadas de los conocimientos tradicionales de la naturaleza, de manera que las invasiones biológicas pasan desapercibidas o son invisibles para ellas. En esta misma línea, Waliczek, Williamson y Oxley (2017) señalan que, los estudiantes no están muy informados sobre los problemas asociados a las especies invasoras, además, subestiman el impacto negativo que las EEI pueden causar, aunque, eran conscientes de los costos que se generaban para el manejo de estas especies. Si se tiene en cuenta que las invasiones biológicas constituyen problemáticas ambientales que incluyen diferentes dimensiones (*e.g.*, sociales y ecológicas), resulta valioso poner en discusión este aspecto con los alumnos, ya que, en materia de acciones de mitigación, el campo de la biología de las invasiones se ha enfrentado con diferentes problemáticas, entre las cuales se encuentra la oposición directa del público. Tal como se expresa en Estévez, Anderson, Pizarro y Burgman (2015), existe evidencia científica aportada por el campo de las ciencias sociales que indica que las actitudes y comportamientos humanos hacia el uso de los recursos naturales son múltiples y diversos, y se ven afectados por factores psicológicos, culturales y evolutivos. Las acciones de prevención, erradicación y control de especies invasoras tienen más posibilidades de éxito si son acompañadas por las comunidades locales, lo

cual se verá favorecido si éstas cuentan con la información adecuada. Por este motivo la educación resulta prioritaria en el tratamiento de los aspectos sociales del manejo de especies exóticas y aquí, el rol de los textos escolares adquiere un valor significativo. En este sentido, Remmele y Lindemann-Matthies (2020) señalan que las actitudes positivas hacia la gestión y el manejo de especies exóticas invasoras, son favorecidas cuando los estudiantes reciben información previa sobre el carácter invasor de las especies exóticas, esto es un indicio de que la aceptación de una gestión de control puede estar positivamente vinculada con los conocimientos de antecedentes biológicos y ambientales.

Atendiendo a las características del escenario de las actitudes y a su estrecha relación con el conocimiento y con la percepción de los daños que estas especies causan, es necesario trabajar al respecto con el propósito de aumentar la visibilidad del problema de las invasiones biológicas en la agenda escolar, con el fin de incrementar la percepción de los riesgos. Asimismo, se torna ineludible resaltar también las consecuencias de no accionar ante las EEI y la importancia de la implementación de diferentes estrategias, ya sean estas la prevención de ingreso y expansión de EEI en el territorio, mecanismos de detección temprana y prevención precoz, o bien las medidas de manejo, como captura y erradicación mediante captura y sacrificio, que puedan producir mayor resistencia por parte de la población (Estévez, *et al.*, 2015; ECCP, 2017).

De esta manera, el debate se centra en un desacuerdo de valor básico entre los que consideran que estas especies son invasoras y perjudiciales, y aquellos que tienen en cuenta el valor intrínseco de las mismas, independientemente de su origen o del impacto que puedan provocar. En esta línea, se pueden poner de manifiesto algunas cuestiones relacionadas con la gestión de la ardilla de vientre rojo en la provincia de Buenos Aires, que fue abordada en los textos analizados. Si bien la mayoría de las personas están de acuerdo con las medidas de prevención, muchos residentes ven a las ardillas como animales atractivos y por no haber sufrido daños, no ven necesario tomar medidas de control. Esta valoración moralista y humanista hacia la presencia de las ardillas se traduce en actitudes en contra de acciones de control que pueden incluir el sacrificio de individuos (Borgnia *et al.*, 2013). En esta misma línea, Lambertucci y Speziale (2011) señalan que, las especies exóticas son a menudo muy valoradas y protegidas por la población local, en parte, porque representan un ingreso económico.

Diversos autores, señalados por Speziale *et al.* (2012), ponen de manifiesto que, debido a la dimensión cultural de las invasiones biológicas, las estrategias de gestión deben comenzar por la educación sobre las especies exóticas, no sólo sobre los beneficios

que algunas especies puedan tener, sino también sobre los problemas que causan sobre los ecosistemas nativos, la cultura y la economía. Sin embargo, las temáticas que incluyen a las especies exóticas invasoras, no forman parte de los planes de estudio de algunas escuelas sudamericanas. Estos autores destacan que sin una estrategia común en toda América del Sur que involucre educación, investigación y políticas, las personas continuarán comiendo, usando y valorando especies no nativas sobre las nativas dentro de la región más biodiversa del mundo.

5.1.10 Inconsistencias y contradicciones que presentan los LT al tratar los temas de especies exóticas e invasiones biológicas

Algunos LT presentaron inconsistencias y contradicciones al referirse a las especies exóticas y las invasiones biológicas; es importante atender estas cuestiones ya que pueden generar errores conceptuales en los estudiantes.

En el LT ESB13 se presenta una fotografía en la que se visualizan dos osos blancos o polares (*Ursus maritimus*) y en cuyo pie de figura puede leerse: “La tundra, uno de los biomas más fríos del mundo, alberga una fauna exótica” (Figura 3.10.). El término exótico indicado en el texto que acompaña a la imagen puede llevar a confusión, debido a que el oso polar, es una especie nativa de la región biogeográfica mencionada y que, además, se encuentra en peligro de extinción. En el texto no se hace mención a la especie que se muestra en la fotografía.



Figura 3.10. Fotografía presente en el LT ESB13.

Asimismo, en el libro ESB21, se presenta el ejemplo de una invasión de ratones, producida al florecer las cañas colihues, esta conceptualización se realiza dentro del tema dinámica de las poblaciones; en el texto se indica:

“Aumentar porque hay una provisión adicional de alimentos. En los bosques patagónicos, cada quince años florecen todas las cañas colihues juntas y se produce una “invasión” de ratones. Esto ocurre porque las semillas que dan las cañas les proveen alimento extra y la población puede crecer enormemente. Sin embargo, ninguna población aumenta sin límites” (ESB21, p.160).

En este LT, los autores describen el fenómeno natural de floración de la caña colihue (*Chusquea culeou*), especie nativa de los bosques patagónicos, sin embargo, en el texto no se especifica el estatus de la planta. Esta posee una particular característica asociada a la floración, y es que ocurre en forma masiva cada 60 o 70 años aproximadamente en una determinada región, esto provoca el aporte de gran cantidad de granos al ambiente y luego mueren. Como consecuencia de la floración masiva se producen cambios en el comportamiento y reproducción de los roedores que se alimentan de la semilla de la caña colihue, provocando una explosión demográfica denominada “ratada”, en la que intervienen principalmente especies nativas (Guichón, Milesi, Monteverde, Piudo y Sanguinetti, 2014).

De la manera que el libro presenta el ejemplo, el término invasión es empleado para hacer referencia a un crecimiento poblacional explosivo de roedores y no como ejemplo de una invasión biológica producida por especies exóticas. Asimismo, y tal como ocurre naturalmente, el LT aclara que ninguna población aumenta sin límites, esto refiere al brusco descenso que experimenta la población de roedores (*crash* poblacional). Estos ejemplos pueden resultar confusos para los estudiantes ya que los términos no son usados de manera adecuada.

En el libro ESB24, bajo el título de causas naturales de invasión, se presenta el ejemplo de la introducción de la garcita bueyera (*Bubulcus ibis*), una especie que no ha sido introducida por el ser humano, por lo que puede generar confusión en relación a la vía de introducción de especies exóticas. En el texto se lee:

“Causas naturales. La especie exótica es transportada naturalmente desde su hábitat de origen hacia una zona foránea. Tal es el caso de las corrientes marinas o las inundaciones provocadas por el desborde de los ríos, las que pueden transportar aves, reptiles o mamíferos de una zona a otra. Por ejemplo, la garcita bueyera que originalmente habitaba en África fue transportada por las corrientes marinas hacia América” (p.149).

Es importante destacar que esta especie no es considerada invasora en Argentina (Chebez y Rodríguez, 2013; Schuttler y Karez, 2008; Navas, 2002). Puesto que su capacidad para volar largas distancias y a su habilidad innata para alimentarse a lo largo de las costas, en pequeñas islas pelágicas, podrían haber facilitado el cruce transatlántico,

extendiendo así su área de distribución actual desde sus orígenes en África. La migración de la garza bueyera, desde África y el sur de Europa hasta la costa norte de América del Sur, constituye uno de los movimientos migratorios más importantes realizados por las aves en su conquista de nuevos ambientes para ampliar su área de distribución (Pulido Capurro, Olivera Carhuaz, Cano Coa y Acevedo Flores, 2020). Este ejemplo presente en el texto se presenta como una oportunidad didáctica ya que brinda un espacio propicio para promover discusiones vinculadas a diferenciar los tipos de introducción y las formas en que puede ampliarse el rango de distribución natural de las especies.

En el libro de texto ESB27 se muestra una fotografía de la ardilla de vientre rojo, la misma incluye un texto asociado que brinda información acerca de su área de distribución en Argentina, así como el impacto que pueden ocasionar, además mencionan la forma en que fueron introducidas aludiendo a que se produjo de manera accidental (Figura 3.11.).



Figura 3.11. Fotografía de la ardilla de vientre rojo (*Callosciurus erythraeus*) presentada como una especie introducida en el LT ESB27.

La información hallada en la etiqueta verbal de la fotografía del LT ESB27 no coincide con los datos científicos vinculados a la introducción de la ardilla de vientre rojo, varios autores señalan que la especie fue introducida en Argentina en 1970 con fines ornamentales (Aprile y Chicco, 1999; Benitez, Almada Chavez, Gozzi, Messetta y Guichón, 2013; Borgnia *et al.*, 2013). Un caso similar se encontró en el LT ESB20 en el cual se hace referencia al modo de introducción del conejo europeo en Australia: “A mediados de 1800, el conejo europeo fue introducido accidentalmente en Australia y proliferó hasta convertirse en plaga para la agricultura” (p.193). Lo indicado en el LT difiere con los reportes científicos que indican que el conejo europeo fue introducido en Australia con fines cinegéticos (Fenner, 2010).

En el LT ESS4, donde los autores analizan las consecuencias de los disturbios producidos por la introducción de especies exóticas, se ejemplifica y presenta la fotografía

de la mara o liebre patagónica (*Dolichotis patagonum*), especie de roedor nativo de la Argentina, como un caso de especie introducida (Figura 3.12.).



Figura 3.12. Fotografía de la mara o liebre patagónica (*Dolichotis patagonum*) presentada como una especie introducida en el LT ESS4.

Si bien la mayoría de los textos analizados no presentó inconsistencias y contradicciones en el abordaje de la temática, en algunos manuales se evidenció este problema. En general estas debilidades parecen estar vinculadas con aspectos de descuido en la redacción, de todos modos refuerzan la idea de la vigilancia epistemológica que debe realizar el docente en relación al trabajo que los estudiantes realicen con los libros de texto; para esto es necesario que el docente conozca las especies en cuestión y de esta manera, pueda realizar la aclaración pertinente a los estudiantes, recorrer otros itinerarios didácticos vinculados por ejemplo, a la realización de indagaciones en otras fuentes que conduzcan a los alumnos a determinar el estatus de la especie en cuestión. En este sentido, Campanario (2001) realiza una serie de observaciones que resultan de interés para el profesorado, ya que induce a utilizar las debilidades reconocidas en el material bibliográfico, como fuente de actividades de clase, tal como se propone en el diseño curricular, en el que se alienta a gestionar al error como parte de un proceso de construcción de significados (DGCyE, 2006). En el caso que las inconsistencias estén vinculadas con las ilustraciones o sus textos acompañantes, Pozzer y Roth, (2003) advierten que tanto los profesores como los estudiantes deben prestar más atención a las posibilidades de las fotografías para mejorar la comprensión de la información textual.

Los textos escolares están dirigidos a un grupo específico de alumnos, por lo que requiere necesariamente de una correcta transposición didáctica que favorezca la

comunicación de saberes de forma comprensible; de este modo, y en coincidencia con lo planteado por Alfonso Sierra, Gallego Torres y Martínez Delgado (2016), es el docente el llamado a seleccionar los textos adecuados, hacer la vigilancia epistemológica y brindar orientación cuando los estudiantes encuentren problemas con la comprensión del texto. Tal vez estas contradicciones o errores podrían convertirse en objetos de discusiones en sí mismas, lo que permitiría a estudiantes y docentes desarrollar ideas sobre cómo y qué ven otros cuando leen un texto o miran una fotografía.

5.2 Análisis de las imágenes sobre especies exóticas e invasiones biológicas en los libros de texto

El análisis de la presencia de imágenes, relativas a las especies exóticas y a las invsiones biológicas, en los LT de ambos niveles educativos indica que, de la totalidad de LT analizados (n=42), 34 incluyeron 77 imágenes vinculadas al tratamiento de las especies exóticas y las invasiones biológicas. La presencia de imágenes en los textos, frente a la ausencia, fue significativamente mayor en los dos grupos de manuales; del conjunto de textos perteneciente al nivel ESB (25), el 76 % (19) presentaron 50 imágenes, en tanto que el 24 % (6) de los manuales no utilizaron este recurso (*Prueba binomial; p-valor=0,015*). Por su parte, el 88 % (15) de los LT correspondientes a ESS (17) incluyeron 27 imágenes y sólo en dos ejemplares (12 %) no se encontraron (*Prueba binomial; p-valor=0,002*). Estos resultados muestran que existe independencia entre el nivel educativo de los LT y la incorporación de imágenes (*Prueba exacta de Fisher, p-valor=0,439*) (Tabla 4.1.).

Tabla 4.1. Distribución de frecuencias absolutas y frecuencias relativas en porcentaje de las imágenes presentes en los manuales analizados. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). 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 $p \leq 0,05$.

	ESB (n=25)	ESS (n=17)	P (Prueba de independencia χ^2)
Presencia	19 (76 %)	15 (88 %)	0,439(a)
Ausencia	6 (24 %)	2 (12 %)	

El análisis de las características de las imágenes (grado de iconicidad, relación con el texto principal, presencia de etiquetas verbales, imágenes simples o dobles, funcionalidad y contenido de las imágenes) (Tabla 2.4.) indica que, de las 50 imágenes del nivel de ESB y de las 27 del nivel de ESS las fotografías son las ilustraciones más frecuentemente utilizadas en los textos. En lo que respecta a la relación con el texto principal, las imágenes de tipo connotativas son las más abundantes; lo mismo ocurre con las etiquetas verbales de tipo nominativas. Las imágenes simples son más frecuentes que las dobles y la funcionalidad de tipo complementaria es la más abundante.

Estos resultados expresan independencia entre los LT de los dos niveles educativos, 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, Zimmermann, Carneiro, Gastal y Cassiano, 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, Prieto y Perales, 1997), aclaran contenidos y amplían el desarrollo de los mismos (González *et al.* 2012). Además, desde el punto de vista de la psicología cognitiva, las imágenes tienen el poder de activar la atención o las emociones del observador (Palmucci, 2017) y por esta razón, han ocupado, desde la antigüedad, un lugar destacado en los discursos de transmisión del conocimiento. 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, impidiendo la construcción de sentidos y significados científicos (Otero, Moreira y Greca, 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.

5.2.1 Grado de Iconicidad

El análisis del grado de iconicidad, de las 77 imágenes presentes en los libros de texto (50 en ESB y 27 ESS), indica que las imágenes más utilizadas por los manuales de ambos grupos son las ilustraciones de tipo fotografía, encontrando un 84 % de ellas en ESB (n=50), resultado que muestra diferencias estadísticamente significativas ($\chi^2=163,6$; $gl=5$; $p\text{-valor}=0,000$) con el resto de imágenes encontradas. Del mismo modo, en lo que respecta a ESS (n=27), las fotografías fueron significativamente mayoritarias (59 %, $\chi^2=27,67$; $gl=4$; $p\text{-valor}=0,000$). Por su parte, los diagramas verbales (*e.g.*, mapas conceptuales, tablas y esquemas) y las representaciones cuantitativas, como las gráficas (de menor grado de iconicidad), al igual que las ilustraciones de tipo dibujo (dibujos figurativos) estuvieron presentes en porcentajes significativamente bajos en los dos

conjuntos de manuales. La prueba de independencia mostró relaciones significativas moderadas (Coef. contingencia: 0,469) entre los dos grupos de LT; el valor de los residuos corregidos indica que existe una relación (positiva) entre los LT de ESB e incluir fotografías (residuo corregido 2,4 supera el valor $\pm 1,96$) y los LT de ESS de incorporar gráficas (residuo corregido 2,6 supera el valor $\pm 1,96$), siendo estos valores los que generan la asociación entre las variables. (*Prueba de Fisher, p-valor=0,003*) (Tabla 4.2).

Tabla 4.2. Distribución de frecuencias absolutas y frecuencias relativas en porcentaje de las imágenes según el grado de iconicidad en los manuales analizados. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = nº de imágenes analizadas en cada nivel educativo (ESB, n=50; ESS, n=27). 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=50)	ESS (n=27)	P (Prueba de independencia χ^2)
Ilustraciones	Fotografías	42 (84 %)	16 (59 %)	0,003(a)
	Dibujos figurativos	1 (2 %)	3 (11 %)	
	Mapas conceptuales	3 (6 %)	0 (0 %)	
Diagramas verbales	Esquemas	0 (0 %)	2 (7 %)	
	Tablas	1 (2 %)	1 (4 %)	
Representaciones cuantitativas	Tabla numérica	2 (4 %)	0 (0 %)	
	Gráficas	1 (2 %)	5 (19 %)	

Estos resultados evidencian la importancia que le han otorgado las editoriales a la inclusión de fotografías, que son ilustraciones 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, Laxague y Barboza, 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, Mayoral y Benarroch, 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 juegan un papel pedagógico significativo en los libros de texto y mejoran el aprendizaje de los alumnos (Link-Pérez, Dollo, Weber y Schussler, 2010), ya que poseen un rol pedagógico predominante (Dimopoulos, Koulaidis y Sklaveniti, 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.

5.2.2 Relación con el texto principal

El análisis de la relación que tienen las imágenes con el texto principal (connotativa, denotativa y sinóptica) indica que, en ambos grupos de manuales, la mayoría de las imágenes son connotativas (94 % para ESB y 70 % para ESS) (Tabla 4.3.), es decir, que no hay correspondencia entre el texto y los elementos incluidos en la figura. En menor medida se encontraron imágenes denotativas (6 % para ESB y 30 % para ESS), y no hubo ninguna imagen de tipo sinóptica.

Las diferencias encontradas en los LT de ESB son altamente significativas a favor de las imágenes connotativas (*Prueba binomial; p-valor= 0,000*); en el caso de los manuales de ESS, la situación es similar, aunque en una frecuencia porcentual menor (*Prueba binomial; p-valor=0,05*). La prueba de independencia indica que existe asociación baja ($\Phi=0,322$) entre los LT de ESB y la presencia de imágenes connotativas y con los LT de ESS en la de incorporar las del tipo denotativas (*Prueba de Fisher; p-valor=0,013*) (Tabla 4.3.).

Tabla 4.3. Distribución de frecuencias absolutas y frecuencias relativas en porcentaje de las imágenes presentes en los manuales analizados según su relación con el texto principal. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de imágenes analizadas en cada nivel educativo (ESB, n=50; ESS, n=27). *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=50)	ESS (n=27)	<i>p</i> (Prueba de independencia χ^2)
Connotativas	47 (94 %)	19 (70 %)	0,013(a)
Denotativas	3 (6 %)	8 (30 %)	
Sinóptica	0 (0 %)	0 (0 %)	

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, Cortés Gracia y Alcalá, 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.

5.2.3 Etiquetas verbales

El análisis de la presencia de etiquetas verbales en las imágenes, tanto nominativas como relacionales, o la usencia de las mismas indica que las etiquetas verbales relacionadas a las imágenes se comportan de manera similar tanto en los libros de ESB como en los correspondientes a ESS: hay una preponderancia significativa de la categoría nominativa (80 % ESB, $\chi^2 = 49,12$; $gl=2$; $p\text{-valor}=0,000$; 81 % ESS, $\chi^2 = 10,7$; $gl=1$; $p\text{-valor}=0,001$), es decir, que las imágenes tienen letras o palabras que identifican algunos elementos de la figura. Por su parte, las imágenes sin etiquetas y con etiquetas relacionales presentan menor porcentaje de frecuencia. 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-valor=0,297*) (Tabla 4.4.).

Tabla 4.4. Distribución de frecuencias absolutas y frecuencias relativas en porcentaje de las imágenes sobre especies exóticas y bioinvasiones según el tipo de etiquetas verbales presentes. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = nº de imágenes analizadas en cada nivel educativo (ESB, n=50; ESS, n=27). *p*= valor del test de Chi-cuadrado. Significación bilateral $p \leq 0,05$.

		ESB (n=50)	ESS (n=27)	<i>p</i> (Prueba de independencia χ^2)
Con etiqueta	Nominativas	40 (80 %)	22 (81 %)	0,297(a)
	Relacionales	4 (8 %)	0 (0 %)	
Sin etiqueta		6 (12 %)	5 (19 %)	

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, Llorente y Andrieu, 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 (Pozzer 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).

5.2.4 Imágenes individuales y dobles

En relación con el modo en que las imágenes están relacionadas con otras (individuales o dobles), en los dos grupos de textos fueron mayoritarias las individuales. De este modo, el 94 % de las imágenes halladas en ESB fueron individuales y el 6 % dobles (*Prueba binomial; p-valor=0,000*). Por su parte los manuales de ESS presentaron valores similares, siendo el 89 % de tipo individual y el 11 % doble (*Prueba binomial; p-*

$valor=0,000$); la prueba de independencia no muestra asociación entre los niveles educativos de los textos (*Prueba de Fisher*, $p\text{-valor}=0,659$) (Tabla 4.5.).

Tabla 4.5. Distribución de frecuencias absolutas y frecuencias relativas en porcentaje de las imágenes individuales y dobles sobre especies exóticas y bioinvasiones presentes en las imágenes halladas en los LT. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. $n = n^{\circ}$ de imágenes analizadas en cada nivel educativo (ESB, $n=50$; ESS, $n=27$). $p =$ 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 $p \leq 0,05$.

	ESB (n=50)	ESS (n=27)	p (Prueba de independencia χ^2)
Individuales	47 (94 %)	24 (89 %)	0,659(a)
Dobles	3 (6 %)	3 (11 %)	

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); 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. 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 la misma (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. 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.

Si la leyenda de las imágenes es importante para incrementar el valor didáctico de las fotografías individuales, en la 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 donde se indican los nombres comunes de cada una. 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*); 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 arco iris (*Percichthys trucha*), especie nativa de Argentina, que comparte la imagen con la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), 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.

Puesto que 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, donde los machos se caracterizan por poseer astas que, durante el período de brama, se utilizan para entablar luchas con miembros del mismo sexo.

5.2.5 Funcionalidad de las ilustraciones (fotografías y dibujos figurativos)

Con respecto a la funcionalidad de las ilustraciones (*e.g.*, decorativa, ilustrativa, explicativa y complementaria), que fueron las imágenes predominantes y son las de mayor grado de iconicidad, en ambos grupos de LT (n=43 en ESB y n=19 en ESS) existe un predominio de la función complementaria, es decir, de aquellas fotografías y dibujos

figurativos que están asociados a un pie de figura, en el cual se agrega nueva información sobre el tema tratado que no ha sido mencionado en el texto principal. Si bien la función complementaria fue mayor en ambos grupos de textos, sólo 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 4.6).

Tabla 4.6. Distribución de frecuencias absolutas y frecuencias relativas en porcentaje de las ilustraciones (fotografías y dibujos figurativos) de acuerdo a su funcionalidad. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de ilustraciones analizadas en cada nivel educativo (ESB, n=43; ESS, n=19). 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 $p \leq 0,05$.

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

El predominio de las imágenes con función complementaria pone en evidencia que los autores de los LT analizados incorporan información adicional vinculada a lo que se quiere representar en la fotografía. Este hecho, tal como sostienen 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), fotografías 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 fotografías que no están referenciadas en el texto principal y no incluyen etiquetas verbales también se encontraron en las páginas de los libros; estos recursos son considerados por Pozzer y Roth, (2003) como decorativos, en los que, para poder comprender la función de la fotografía, el lector tendrá que buscar en textos cercanos a la imagen. Estos autores señalan que las fotografías decorativas, al no tener pie de figura, generan mayor dificultad para vincularlas con el texto y que esta asociación se vuelve subjetiva cuando no existen enlaces explícitos; por lo tanto, destacan la importancia de la presencia de una etiqueta que vincule a cada fotografía (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 la comprensión de las mismas.

De acuerdo a lo hallado en la literatura, hay pruebas que indican que la presencia de fotografías capta la atención y mejora el aprendizaje de los estudiantes. Esto se logra combinando los conocimientos previos y las habilidades cognitivas 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 fotografías 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, incrementando el rol pedagógico de las fotografías (Link-Pérez, Dollo, Weber y Schussler, 2010).

5.2.6 Análisis del contenido de las imágenes

El análisis del contenido de la imágenes se realiza para los tipos de imágenes presentes en los LT de los dos niveles ecudativos analizados: i) Ilustraciones (fotografías y dibujos figurativos), las que fueron las más abundantes en los LT de los dos niveles; ii) Diagramas verbales, constituidos por mapas conceptuales, esquemas y tablas; y iii) Representaciones cuantitativas, dentro de las cuales se hallaron gráficas y tablas numéricas.

5.2.6.1 Análisis del contenido de las ilustraciones (fotografías y dibujos figurativos)

El análisis del contenido de las ilustraciones de ambos niveles educativos indica que: i) el grupo taxonómico más representado fue el de los mamíferos, aunque también se encontraron ilustraciones de aves, reptiles, anfibios, “invertebrados” e, incluso de hábitat; sin embargo, los microorganismos no estuvieron incorporados; y ii) el contenido explícito e implícito de las ilustraciones, en la mayor parte de los casos, se limita a una fotografía de la especie que se ejemplifica.

Grupos taxonómicos y especies ilustradas

En cuanto al contenido científico de las ilustraciones (fotografías y dibujos figurativos) (ESB n=43 y ESS n=19), 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 %, *Prueba binomial*; p -valor=1,000; ESS 52 %, *Prueba binomial*; p -valor= 1,000). 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 4.7.).

Tabla 4.7. 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. n = n° de ilustraciones analizadas en cada nivel educativo (ESB, n=43; ESS, n=19). p = valor de la prueba binomial. 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 χ^2
Mamíferos	21 (49 %)	1,000	10 (52 %)	1,000	0,783
Aves	5 (12 %)	0,000	2 (11 %)	0,001	1,000(a)
Reptiles	2 (5 %)	0,000	0 (0 %)	-	1,000(a)
Anfibios	1 (2 %)	0,000	0 (0 %)	-	1,000(a)
Peces	1 (2 %)	0,000	2 (11 %)	0,001	0,220(a)
Invertebrados	2 (5 %)	0,000	1 (4 %)	0,000	1,000(a)
Plantas	7 (16 %)	0,000	2 (11 %)	0,001	0,553
Alga Undaria	1 (2 %)	0,000	0 (0 %)	-	1,000(a)
Hábitat	3 (7 %)	0,000	2 (11 %)	0,001	0,638(a)

La presencia de ilustraciones de aves exóticas fue significativamente baja en los LT de los dos niveles educativos, encontrándose en el 12 %, de los LT de ESB (*Prueba binomial*; p -valor=0,000) y en el 11 % para los correspondientes a ESS (*Prueba*

binomial; p-valor=0,001); se observa independencia en los LT de los dos niveles (*Prueba exacta de Fisher; p-valor = 1,000*) (Tabla 4.7.).

Los reptiles y anfibios fueron ilustrados en LT de ESB en frecuencias significativamente bajas (5 %, *Prueba binomial; p-valor=0,000* y 2 %, *Prueba binomial; p-valor=0,000*); los textos de ESS no incluyeron imágenes de estos grupos. También los peces fueron animales ejemplificados en los LT de los dos niveles educativos en bajas frecuencias (2 %, *Prueba binomial; p-valor=0,000* y 11 %, *Prueba binomial; p-valor=0,001*).

En relación con el grupo de los “invertebrados”, el 5 % de los LT de ESB (*Prueba binomial; p-valor=0,000*) y el 4 % de los LT de ESS presentaron ilustraciones (*Prueba binomial; p-valor=0,000*); estos resultados permiten indicar que no hay asociación entre los niveles educativos y la inclusión de ejemplos de este grupo (*Prueba exacta de Fisher; p-valor= 1,000*) (Tabla 4.7.).

Las ilustraciones de plantas vasculares fueron incluidas de manera similar en ambos grupos de libros, de este modo, 16 % de libros de ESB y el 11 % de los de ESS presentaron ejemplos de especies exóticas a través de fotografías. Los resultados indican que la presencia de ejemplos fue significativamente baja en ambos grupos de textos, evidenciando diferencias significativas con los valores esperados para ambos grupos (ESB, *Prueba binomial; p-valor=0,000* y ESS, *Prueba binomial; p-valor=0,001*). Por su parte, la prueba de independencia indica que no hay asociación entre las variables niveles educativos de los LT y la inclusión de ilustraciones de plantas vasculares ($\chi^2=0,351$; $gl=1$; $p\text{-valor}= 0,553$) (Tabla 4.7.).

La presencia del alga parda *Undaria (Undaria pinnatifida)* fue significativamente baja en los LT de ESB (2 %, *Prueba binomial; p-valor=0,000*); no estuvo presente en los LT de ESS. Estos resultados indican que existe independencia entre el nivel educativo de los LT y la inclusión de ejemplos del alga *Undaria (Prueba exacta de Fisher; p-valor =1,000)*.

Las fotografías de hábitat con especies exóticas invasoras se incluyeron en porcentaje significativamente bajos en LT de los dos grupos (7 % ESB, *Prueba binomial; p-valor=0,000* y 11 % ESS, *Prueba binomial; p-valor=0,001*). La prueba de independencia muestra la falta de asociación que existe entre la variable LT y la inclusión de estas ilustraciones ($\chi^2=0,224$; $gl=1$; $p\text{-valor}=0,638$).

Especies ejemplificadas en las ilustraciones

En el conjunto de ilustraciones, se encontraron ejemplificadas diversas especies (31 en ESB y 14 en ESS), pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos; los mamíferos estuvieron mayoritariamente representados en ambos grupos de manuales. Debido a que cuando se presentan ilustraciones de organismos exóticos, se incluyen también figuras de especies nativas, estas se han incluido en el análisis. Por ejemplo, para los textos de ESB se hallaron 15 especies diferentes de mamíferos (48 %), de las cuales el 67 % fueron especies exóticas y el 33 % nativas; por su parte en los textos de ESS, las especies de mamíferos fueron también las más abundantes (43 %), de las cuales la mayoría de ellas (67 %) correspondieron a especies exóticas (Tabla 4.8.).

Se encontraron cuatro especies de aves en los LT de ESB, de las cuales el 50 % correspondió a especies exóticas y el otro 50 % a nativas; los manuales de ESS presentaron tres especies exóticas.

El grupo de reptiles y anfibios estuvo escasamente ilustrado, solamente en ESB se incorporó una fotografía de un reptil correspondiente a una especie nativa y una imagen de un anfibio exótico; los LT de ESS no incluyeron estas imágenes. Los peces presentaron fotografías en los dos grupos de LT, en el caso de ESB se incluyó una fotografía de una especie exótica, en tanto que en ESS fueron dos las especies ilustradas, una corresponde a una especie exótica y otra nativa. Los invertebrados aportaron una especie exótica tanto en ESB como ESS.

Las plantas vasculares presentaron mayor cantidad de especies en los LT de ESB (26 %) que en los de ESS (14 %); los ejemplos incluidos en el primer grupo de textos incluyeron mayor cantidad de especies exóticas que de nativas, en tanto que en ESS la frecuencia fue la misma. En relación al alga *Undaria*, solo se halló en ESB (Tabla 4.8.).

Tabla 4.8. Número de especies y porcentajes de los diferentes grupos según su estatus (exótico/nativo) presentes en las ilustraciones encontradas en los libros de texto de ESB (n=31) y ESS (n=14).

	ESB (31 especies)	Exóticos	Nativos	ESS (14 especies)	Exóticos	Nativos
Mamíferos	15 (48 %)	10 (67 %)	5 (33 %)	6 (43 %)	4 (67 %)	2 (33 %)
Aves	4 (13 %)	2 (50 %)	2 (50 %)	3 (21 %)	3 (100 %)	0 (0 %)
Reptiles	1 (3 %)	0 (0 %)	1 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Anfibios	1 (3 %)	1 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Peces	1 (3 %)	1 (100 %)	0 (0 %)	2 (14 %)	1 (50 %)	1 (50 %)
“Invertebrados”	1 (3 %)	1 (100 %)	0 (0 %)	1 (7 %)	1 (100 %)	0 (0 %)
Plantas	7 (26 %)	5 (75 %)	2 (25 %)	2 (14 %)	2 (100 %)	0 (0 %)
Algas	1 (3 %)	1 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

5.2.6.1.1 Contenido implícito y explícito de las ilustraciones

5.2.6.1.1.1 Contenido de las ilustraciones de mamíferos

En los libros del nivel ESB se incluyeron 21 ilustraciones de mamíferos, entre las cuales el castor fue la especie más frecuentemente utilizada por las editoriales (19 %) (Tabla 4.9); la ardilla de vientre rojo y la liebre europea fueron incluidas en el 14 % de las ilustraciones y el ciervo colorado presentó una frecuencia menor (10 %). Otras ilustraciones, con menor frecuencia de aparición, corresponden al conejo europeo, oso polar, mono capuchino, cerdo, rata y vaca. También se incluyeron mamíferos nativos tales como el ciervo de los pantanos, el pudú y la ardilla roja (Tabla 4.9.).

En los textos de ESS se encontraron 10 ilustraciones de mamíferos (Tabla 4.9.), de las cuales el castor fue la especie que mayor número presentó (30 %), seguido por el ciervo colorado (20 %), la liebre europea (10 %) y la vaca (10 %); también se incluyó una fotografía (10 %) en la que se muestra en forma conjunta el cervo colorado y el huemul como especie nativa. Los ejemplos de mamíferos nativos presentados fue bajo, siendo el huemul y la mara las dos especies ilustradas.

Tabla 4.9. Número de ilustraciones (fotografías y dibujos figurativos) con especies de mamíferos presentes en las ilustraciones encontradas en los libros de texto (ESB, n=21; ESS, n=10). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. N: nativa.

	ESB n=21	ESS n=10
Castor	4 (19 %)	3 (30 %)
Ciervo Colorado	2 (10 %)	2 (20 %)
Ciervo Colorado / Huemul (N)	0 (0 %)	1 (10 %)
Liebre europea	3 (14 %)	1 (10 %)
Mara (N)	0 (0 %)	1 (10 %)
Ardilla de vientre rojo	3 (14 %)	0 (0 %)
Vaca / Ciervo de los pantanos (N)	1 (5 %)	0 (0 %)
Vaca	0 (0 %)	1 (10 %)
Huemul (N)	1 (5 %)	0 (0 %)
Conejo europeo	1 (5 %)	0 (0 %)
Cerdo/Rata	1 (5 %)	0 (0 %)
Pudú (N)	1 (5 %)	0 (0 %)
Mono carayá (N)	1 (5 %)	0 (0 %)
Oso polar	1 (5 %)	0 (0 %)
Ardilla roja (N)	1 (5 %)	0 (0 %)
Mono capuchino	1 (5 %)	0 (0 %)

Ilustraciones con castores (Castor canadensis)

El castor canadiense, que fue la especie exótica invasora más utilizada en las ilustraciones de todas las editoriales, aparece en seis fotografías y en un dibujo figurativo.

En lo relativo al nivel educativo de ESB, en el libro ESB7 se incluye una fotografía de castores, la misma contiene el ícono de un vídeo y un código QR (Figura 4.1.).



Figura 4.1. Fotografía presente en el LT ESB7 que muestra a un grupo de castores.

En el manual ESB18 también se presenta una fotografía en la cual se observa la presencia de castores, es una imagen de tipo connotativa, sin etiquetas verbales y de funcionalidad decorativa (Figura 4.2.).



Figura 4.2. Fotografía presente en el LT ESB18 que muestra una pareja de castores.

Tanto en el manual ESB12 como en el ESB27 pertenecientes a la misma editorial (Santillana) (Figura 4.3.), se presenta un ejemplo de introducción de castores en Tierra del Fuego, para lo cual se utiliza la misma fotografía con diferentes pies de figura. Se trata de una imagen con funcionalidad complementaria, en la que se observa un ejemplar

en su hábitat. El pie de figura que se encuentra en ambos textos refiere al impacto que provocan en el ambiente.



Figura 4.3. Fotografía de un castor canadiense presente en los LT ESB12 y ESB27.

En los manuales de ESS también se incluyeron ilustraciones de castores, tal es el caso de lo hallado en ESS10, en el cual, se presenta un dibujo figurativo de tipo connotativo, sin etiquetas verbales. La imagen está dentro de una lectura complementaria que trata sobre la flora y fauna de la Argentina que han sido invadidas por especies exóticas (Figura 4.4.).



Figura 4.4. Dibujo figurativo de un castor presente en ESS7.

Tanto en el LT ESS10 como en el ESS15, las fotografías de los castores ilustran el tratamiento de la alteración de los ecosistemas; el primero de los manuales presenta una fotografía (Figura 4.5.A) de tipo decorativa, connotativa sin etiqueta verbal. Por su parte la imagen del texto ESS15 es de tipo complementaria, denotativa y posee un pie de figura (Figura 4.5.B).



Figura 4.5. A. Fotografía presente en ESS10. B. Fotografía que ilustra el texto ESS15.

Ilustraciones con el ciervo colorado (Cervus elaphus)

El ciervo colorado, otra de las especies de mamíferos incluidas en las ilustraciones de los dos grupos de LT, aparece en diversas fotografías, algunas de ellas dobles junto a especies de ciervos nativos. No se encontró ningún dibujo figurativo de él.

En cuanto a las ilustraciones del nivel educativo ESB, en el LT ESB22, se presenta una fotografía que incluye a una pareja de ciervos colorados, la cual posee un pie de figura que hace referencia a la época en que se introdujo esta especie en Argentina, durante el siglo XIX, y a su condición de integrante de las cien especies exóticas invasoras más dañinas del planeta (Figura 4.6.).



Figura 4.6. Fotografía del ciervo colorado hallada en el LT ESB22.

En el manual ESB24 hay una fotografía del ciervo colorado, en su pie de figura se incorpora información acerca del origen, la zona de introducción y la competencia con los ciervos autóctonos como el huemul (especie autóctona en peligro de extinción) (Figura 4.7.).



Figura 4.7. Fotografía de ciervo colorado hallada en ESB24.

Algunos manuales de ESB presentaron fotografías de especies nativas de Argentina al tratar las invasiones biológicas, tal es el caso de lo hallado en el LT ESB13, el cual muestra una fotografía de un huemul (Figura 4.8.), en el pie de figura se indica que las especies autóctonas o nativas se encuentran en peligro de extinción debido a la introducción de ciervos europeos (ciervo colorado). En esta misma línea se encuentra la imagen hallada en ESB24 (Figura 4.9.), donde se incluye una fotografía del pudú (*Pudu puda*), un cérvido de los bosques andino-patagónicos. La fotografía contiene un pie de figura en el cual se indica como principal causa de amenaza la introducción de una especie invasora, el ciervo colorado; también se indica la zona de en la que se produjo la introducción..



Figura 4.8. Fotografía de una especie nativa (Huemul) presente en ESB13.

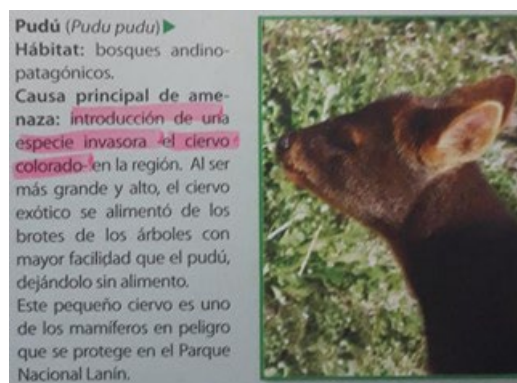


Figura 4.9. Fotografía de una especie nativa (*Pudu pudu*) presente en ESB24.

Dentro de los manuales de ESS, el libro ESS3 presenta una imagen, la cual posee dos fotografías, una de ellas muestra a una especie nativa, el huemul (*Hippocamelus bisulcus*), y en la otra se observa a dos ciervos colorados machos en actitud de combate o pelea. Se trata de una imagen doble, de tipo connotativa con funcionalidad complementaria, ya que en el pie de figura se aporta información accesoria a lo mencionado en el texto principal (Figura 4.10.).



Figura 4.10. Imagen fotográfica doble, de funcionalidad complementaria que muestra la interacción entre el ciervo colorado y huemul, presente en el manual ESS3.

Los libros ESS5 y ESS9, misma editorial (Estrada), también incluyeron al ciervo colorado en sus fotografías (Figura 4.11). En el primero de los textos se presenta una fotografía que muestra tres ejemplares con astas; en el segundo texto se incluye una foto de un ejemplar sin cornamenta (astas), la imagen indica que el animal está cercado por un tejido. Debido a que ambos libros de texto pertenecen a la misma editorial (Estrada), las fotografías presentan el mismo pie de figura, en el cual se aporta información

complementaria a la indicada en el texto que refiere a la zona de origen y el período de su introducción en la Argentina (Figura 4.11.).



Figura 4.11. A. Fotografía presente en el manual ESS5. B. Fotografía de ciervo colorado presente en el libro ESS9.

Ilustraciones con la liebre europea (*Lepus europaeus*)

La liebre europea (*Lepus europaeus*), otro de los mamíferos ejemplificado a través de ilustraciones, aparece tanto en fotografías como en dibujos figurativos.

En ESB, los LT ESB4 y ESB30, presentaron fotografías individuales de la liebre europea (Figura 4.12 A y 4.12 B). En el caso de la figura del LT ESB4 se trata de una imagen connotativa, sin etiquetas verbales y decorativa. La fotografía del LT ESB30 presenta un pie de figura en el cual la liebre europea es presentada como competidora directa de una especie nativa, la mara o liebre patagónica (*Dolichotis patagonum*).

El manual ESB22, al referirse a las especies exóticas invasoras, incluye una fotografía individual de la liebre europea con información que indica los diferentes lugares donde esta especie fue introducida (Figura 4.12 C).



Figura 4.12. Fotografía de liebre europea presente en: A. ESB4. B. ESB30. C. ESB22.

En el nivel educativo de ESS, no se encontró ninguna fotografía de la liebre europea. Sólo un LT de ESS incorporó un dibujo figurativo de tipo connotativo, sin etiquetas verbales correspondiente a la liebre europea (*Lepus europaeus*) (Figura 4.13.).



Figura 4.13. Dibujo figurativo de liebre europea hallada en ESS7

Ilustración con la mara o liebre patagónica (Dolichotis patagonum)

La mara o liebre patagónica se incluyó en el LT ESS4, se trata de una fotografía de tipo denotativa que contiene una etiqueta verbal en la cual se indica que es una especie introducida (Figura 4.14.).



Figura 4.14. Fotografía de la mara o liebre patagónica (*Dolichotis patagonum*) presentada como una especie introducida en el LT ESS4.

Ilustraciones con la ardilla de vientre rojo (Callosciurus erythraeus)

La ardilla de vientre rojo, que estuvo presente en las ilustraciones de tres libros de texto de ESB y en ninguna de las de los manuales de ESS, aparece acompañada de una fotografía de la ardilla roja, especie nativa de Argentina.

En el LT ESB1, se presenta una fotografía de la ardilla de vientre rojo (Figura 4.15) de tipo connotativa, sin etiquetas verbales que aporten alguna información. Del mismo modo, el LT ESB11 incluye una fotografía de la ardilla de vientre rojo (Figura 4.16.A), ilustrando una lectura complementaria, en la misma página del LT se incorpora una fotografía de de la ardilla roja (*Sciurus ignitus*), nativa de la región de las selvas húmedas del norte de Argentina, en esta imagen se encuentra una etiqueta verbal con el nombre común de la especie (Figura 4.16.B).



Figura 4.15. Fotografía de la ardilla de vientre rojo tomada del libro ESB1



Figura 4.16. **A.** Fotografía de la ardilla de vientre rojo presente en el libro de texto ESB11. **B.** Fotografía de la ardilla roja, especie autóctona de Argentina presente en ESB11.

Finalmente, el LT ESB27 presenta una imagen de la ardilla de vientre rojo (Figura 4.17.), ilustrando la temática de la preservación de la biodiversidad al referirse a las extinciones en el presente. La imagen es una fotografía de tipo connotativa, con pie de

figura que señala la zona en que se introdujeron intencionalmente y los daños que provoca esta invasión biológica.



Figura 4.17. Imagen fotográfica de la ardilla de vientre rojo presente en el LT ESB27.

Ilustraciones con el conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*)

El conejo europeo fue incluido en una ilustración del LT ESB22, se trata de una fotografía del animal que contiene una etiqueta verbal, en la misma, se da información sobre la introducción de la especie en Australia y también sobre los daños que produce en los cultivos (Figura 4.18.). En el nivel educativo de ESS, no se encontró ninguna ilustración del conejo europeo.



Figura 4.18. Fotografía del conejo europeo encontrada en el libro ESB22.

Ilustraciones con el oso polar

En el LT ESB13 se presenta una fotografía en la que se visualizan dos osos blancos o polares (*Ursus maritimus*), y en cuyo pie de figura se indica que la tundra, que es uno de los biomas más fríos del mundo, alberga una fauna exótica (Figura 4.19.).



Figura 4.19. Fotografía presente en el LT ESB13.

Ilustraciones de otros mamíferos: animales domésticos y mascotas

Los animales domésticos y las mascotas también fueron incluidos en las ilustraciones que representan especies exóticas invasoras, aunque con menor frecuencia.

En relación a los animales domésticos, se encontraron ilustraciones de vacas (*Bos taurus*) en los LT ESB24 y ESS10. En el LT ESB24, se observa una imagen doble, en la cual la fotografía de la vaca está vinculada con la fotografía de un ejemplar macho de ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*), especie nativa de América del Sur. La imagen posee etiquetas verbales que contienen los nombres comunes de las dos especies (Figura 4.20.).



Figura 4.20. Fotografía doble encontrada en el libro ESB24.

En el manual correspondiente a ESS10, la fotografía ilustra a cinco vacas pastando, contiene un pie de figura que indica que fueron introducidas por el ser humano y forman parte de los campos argentinos (Figura 4.21.).



Figura 4.21. Imagen correspondiente al libro de texto ESS10.

Otra ilustración que combina otros dos mamíferos exóticos, el cerdo y la rata, se encontró en el LT ESB11, se trata de un dibujo figurativo combinado con textos (Figura 4.22.).



Figura 4.22. Dibujo figurativo del cerdo y rata presente en el libro ESB11.

También se encontró que algunos libros de texto utilizan fotografías de especies exóticas al tratar el tema del tráfico de animales como mascotas. El LT ESB2 presenta una fotografía de un mono capuchino (*Cebus capucinus*) dentro de una jaula, es una figura de tipo connotativa, sin etiquetas verbales y con función decorativa (Figura 4.23.A). Por su parte, el LT ESB8 incluye una fotografía de una especie nativa del centro de América del Sur correspondiente al mono aullador o carayá (*Allouata caraya*); se trata de una fotografía de tipo connotativa, que incluye una etiqueta donde se indica el nombre vulgar de la especie (Mono carayá) (Figura 4.23.B).

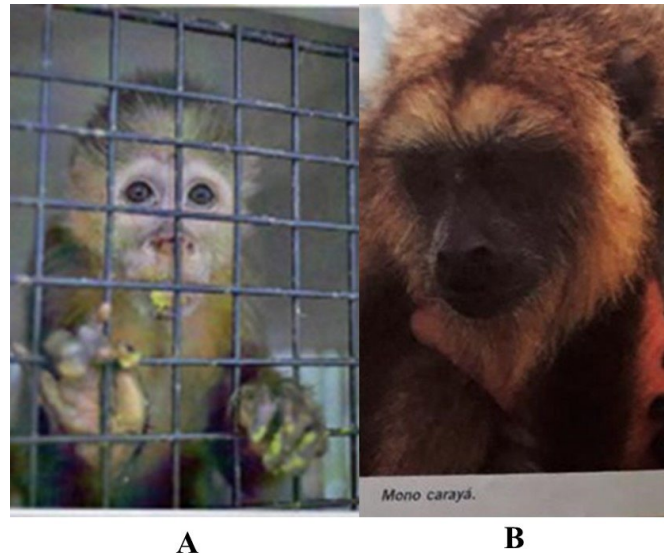


Figura 4.23. Fotografías encontradas en los LT. **A.** imagen del mono capuchino presente en ESB2. **B.** Fotografía del mono carayá del LT ESB8.

Discusión del contenido de las ilustraciones de mamíferos

El análisis del total del contenido de las imágenes indica que, la mayoría de los manuales escolares que presentan imágenes, vinculadas a especies exóticas e invasiones biológicas, lo hacen en formato de fotografías, entre las que preponderan las de vertebrados. Dentro de este grupo, los mamíferos fueron los animales mejor representados, con frecuencias similares en ambos grupos de LT y sin diferir significativamente de los valores teóricos esperados. 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, Brischoux y Bonnet, 2011; Bermudez, De Longhi, Díaz y Gavidia, 2014; Campos *et al.*, 2012; Campos, Nates y Lindemann-Matthies, 2013; Genovart, Tavecchia, Enseñat y Laiolo, 2013). Los ejemplos de mamíferos empleados por las editoriales corresponden mayoritariamente al castor (*Castor canadensis*), el ciervo colorado (*Cervus elaphus*), la liebre europea (*Lepus europaeus*) y la ardilla de vientre rojo (*Callosciurus erythraeus*); estos resultados concuerdan con los hallados por Campos *et al.* (en prensa). La inclusión

de imágenes que ejemplifican a otros grupos (*e.g.*, aves, anfibios, peces, moluscos, artrópodos o plantas) fue significativamente menor a lo esperado en los manuales de los dos niveles educativos ($p\text{-valor}<0,01$); estos datos confirman la independencia entre los LT.

Estas fotografías, en las cuales las especies ocupan un lugar central a modo de retrato, en general, 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 sólo una parte del mismo, como la cabeza, y, en general, están recortadas, generando una descontextualización del medio en el que viven. Según Coutinho, Soares y de Moura Braga (2010), la preponderancia de fotografías, donde 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, Almeida y Amorim, 2014). Desde el punto de vista didáctico, la inclusión de estas imágenes, que representen tanto la especie como el sitio que habita, 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. 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” en acción, lo cual, permite evidenciar la relación que tiene la especie con otros elementos del sistema.

Los LT de los dos niveles educativos también incluyeron fotografías en las cuales se visualiza una característica específica del animal. Por ejemplo, las imágenes de cérvidos, como las del ciervo colorado (*Cervus elaphus*), especie que se utilizó para ejemplificar a las especies exóticas invasoras de la Patagonia Argentina, muestran un solo individuo macho, en el cual se puede apreciar su cornamenta (astas). Estas fotografías, que presentan un recorte mínimo del animal, según Collange *et al.* (2014), son incluidas bajo el argumento de brindar un mayor detalle, que posibilite una observación precisa de lo real. Sin embargo, crean en los estudiantes puntos de vista fragmentados, incluso ingenuos, de lo que es la naturaleza, sin problematizarla. En este sentido, uno de los LT, de ESB, incluyó una fotografía del pudú (*Pudu puda*), especie nativa de Argentina; esta

imagen expone la cabeza del pudú y 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. Desde un punto de vista didáctico, no es posible que los estudiantes puedan tener una idea del animal al observar esa fotografía. La figura debería haber contemplado el ciervo nativo en su totalidad, 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 incluyeran fotografías de animales que permitan diferenciar sexualmente los individuos, por ejemplo, en el caso de los cérvidos, señalando en el pie de figura la presencia de astas en los machos.

También se encontraron en los textos, fotografías de algunos grupos de animales que son utilizados como mascotas; así, aquellas que corresponden a animales utilizados en el comercio ilegal estuvieron presentes particularmente en los libros de texto del nivel ESB. Las fotografías de mamíferos corresponden a primates utilizados frecuentemente en la venta ilegal de mascotas. 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. Resulta interesante destacar la presencia de estas imágenes en los LT debido a que son especies muy utilizadas en 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 es comercializada como mascota (Oviedo-Socarrás, Cardona-Ávarez y Oviedo-Pastrana, 2016).

Desde un punto de vista didáctico, el tratamiento de esta temática posibilita al docente a generar debates acerca de la tenencia de mascotas y el tráfico de animales. Si bien, en los textos no se profundiza sobre el estatus de las especies incluidas en las fotografías, es posible generar actividades que permitan la búsqueda de material sobre ellas posibilitando intercambios entre los estudiantes que permitan tener una postura crítica acerca del mercado ilegal de mascotas de vida silvestre.

5.2.6.1.1.2 Contenido de las ilustraciones de aves

Las ilustraciones de aves exóticas invasoras, que estuvieron significativamente poco representadas en ambos grupos de manuales, incluyeron seis especies diferentes, de las cuales cuatro son exóticas invasoras: gorrión común (*Passer domesticus*), paloma doméstica (*Columba livia*); estornino pinto (*Sturnus vulgaris*) y estornino crestado (*Acridotheres cristatellus*), y dos corresponden a especies nativas: chingolo (*Zonotrichia capensis*) y paloma torcaza (*Zenaida auriculata*).

La presencia de imágenes del gorrión común (*Passer domesticus*) estuvo en ESB15 y en ESB23; en el primero de los casos se muestra una fotografía de tipo connotativa de un ejemplar en vuelo, presenta un pie de figura que indica la fecha de introducción en Argentina (Figura 4.24.).



Figura 4.24. Imagen de un gorrión casero presente en el LT ESB15.

La imagen del LT ESB23, corresponde a una fotografía doble, en blanco y negro de dos especies, una nativa, el chingolo (*Zonotrichia capensis*), y el gorrión común como exótica; la inclusión de la imagen presenta un pie de figura en el que se explicita la capacidad de desplazamiento que posee esta especie sobre las especies nativas (Figura 4.25.).



Figura 4.25. Imagen doble hallada en el libro ESB23.

La paloma doméstica (*Columba livia*) estuvo representada a través de fotografías tanto en ESB como en ESS. En LT ESB 24 se incluye una fotografía de la paloma doméstica que tiene una etiqueta verbal con el nombre común de la especie (Figura 4.26.).



Figura 4.26. Fotografía de la paloma doméstica presente en ESB24.

En el mismo texto (ESB24) se incluye una fotografía de una especie nativa o autóctona, que corresponde a la paloma torcaza (*Zenaida auriculata*); se trata de una fotografía de tipo connotativa con un etiqueta verbal con el nombre común (Figura 4.27.).



Paloma torcaza.

Figura 4.27. Fotografía de la paloma doméstica presente en ESB24.

La paloma doméstica también fue ilustrada en el manual ESB27, en el cual se muestra una fotografía connotativa sin etiquetas verbales (Figura 4.28.).



Figura 4.28. Imagen de la paloma doméstica (*Columba livia*) hallada en ESB27.

En el LT ESS1 también se encontró una fotografía de la paloma doméstica. Se trata de una imagen connotativa respecto a su relación con el texto principal con un pie de figura que indica que son aves exóticas características de las ciudades que compiten con especies autóctonas como el chingolo y la paloma torcaza (Figura 4.29.).



Figura 4.29. Fotografía de la paloma doméstica (*Columba livia*) hallada en ESS1.

Los estorninos también fueron incluidos en las imágenes de especies exóticas invasoras, así, el manual ESS7 presentó una imagen doble, en la que se observan el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*) y el estornino crestado (*Acridotheres cristatellus*), dos especies de aves exóticas introducidas en Argentina, le acompaña un texto que relaciona el nombre científico con el nombre común de ambas especies. Considerando su grado de iconicidad la imagen corresponde a un dibujo figurativo; respecto a su relación con el texto principal es de tipo connotativa con inclusión de etiquetas verbales (Figura 4.30.).



Figura 4.30. Dibujos figurativos presentes en ESS7.

Con respecto al conjunto de las imágenes de aves, su presencia fue significativamente baja en los dos grupos textos. 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. Tanto el gorrión común como la paloma doméstica 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 doméstica 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.

5.2.6.1.1.3 Contenido de las ilustraciones de reptiles, anfibios y peces

En relación a los reptiles, en los manuales ESB8 y ESB27 se presentan dos fotografías de tortuga de tierra (*Chelonoidis chilensis*), especie nativa de Argentina; ambas figuras incluyen una etiqueta verbal con el nombre común de la especie, en el caso de ESB27, se agrega información sobre la venta ilegal como mascota (Figura 4.31.).

Los LT de ESS no presentaron imágenes de reptiles.



Figura 4.31. Imágenes de tortuga terrestre encontradas en **A.** ESB8. **B.** ESB27.

En cuanto a los anfibios exóticos, solo se presentó una fotografía de la cabeza de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*) en el LT ESB2, la misma consiste en una imagen de tipo connotativa, con un pie de figura en el que se indica el origen de la especie, la época y el objetivo de su introducción en la república argentina. También se explicita el potencial impacto que puede tener esta introducción sobre otras especies (Figura 4.32.).



Figura 4.32. Fotografía de la rana toro presente en ESB2.

Respecto a los peces, estos solo fueron ilustrados en tres libros de texto (ESB22, ESS6 y ESS6) y las ilustraciones solo identifican una especie exótica invasora, la trucha

arco iris (*Oncorhynchus mykiss*). En el manual ESB22, se muestra una macrofotografía (Figura 4.33.A) de cuatro ejemplares de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), la misma contiene un pie de figura que hace alusión directa a su introducción en Argentina y su inclusión en la lista de las cien especies más dañinas del mundo. En el LT ESS6 se presenta una fotografía (Figura 4.33.B) en la que se observa un banco de peces, es de tipo connotativa y sin etiquetas verbales. En el libro ESS16 se observa una fotografía doble (Figura 4.34.) de la trucha arco iris y una especie nativa, la perca (*Percichthys colhuapensis*). Se incluye un pie de figura en el que se sitúan geográficamente los ejemplos referenciándolos por su nombre común.

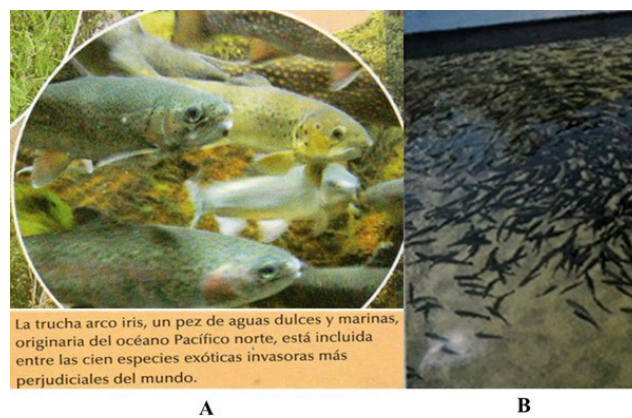


Figura 4.33. A. Imagen del libro ESB22. B. Imagen del libro ESS6.



Figura 4.34. Imagen doble hallada en el libro ESS16.

Las ilustraciones de anfibios y peces estuvieron prácticamente ausentes en los libros de texto. En el caso de los primeros, solo un manual de ESB presentó una macrofotografía de una rana exótica invasora, la rana toro (*Lithobates catesbeianusen*). 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, actuando como un recurso meramente decorativo, por lo que no se observa, a partir de esta característica, una intencionalidad didáctica manifiesta.

Algunas fotografías pertenecen a reptiles nativos que son comercializados como mascotas, como es el caso de la tortuga de tierra (*Chelonoidis chilensis*). Los LT presentaron fotografías ilustrativas con una etiqueta verbal con el nombre vernáculo de la especie, aunque no se indica que son animales nativos. Diversos autores indican que en la Argentina, las tortugas continentales son el grupo más utilizado como mascotas, debido al tráfico ilegal de vida silvestre (Prado *et al.*, 2012; Zacarías, Díaz Gómez, de la Fuente, 2016). Desde un punto de vista didáctico, estas fotografías posibilitan que el docente fomenten una postura crítica acerca del mercado ilegal de mascotas de vida silvestre.

5.2.6.1.1.4 Contenido de las ilustraciones de invertebrados

Del mismo modo que los reptiles, anfibios y peces, los organismos invertebrados estuvieron poco ilustrados en los manuales. Las ilustraciones solo representan dos especies: el mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*) y la abeja africana (*Apis mellifera scutellata*).

El mejillón dorado fue el molusco exótico invasor presente en las fotografías de los LT ESB25 y ESB29. Ambos libros incluyen macrofotografías donde la relación con el texto es de tipo connotativa para ESB25 y denotativa en ESB29; contienen pie de figura en los que se indica el origen de la especie y la forma en que llegó al estuario del Río de la Plata y su cuenca aledaña (Figura 4.35.).



Figura 4.35. A. Imagen y pie de figura del LT ESB25. B. Fotografía del libro ESB29.

Las abejas africanas estuvieron representadas en una sola fotografía en el LT ESS10; se trata de una imagen connotativa, sin etiquetas verbales y con función decorativa, en la que se observa un grupo de abejas sobre un panal (Figura 4.36).



Figura 4.36. Fotografía presente en el LT ESS10.

La inclusión de imágenes correspondientes a los “invertebrados” (e.g., moluscos y artrópodos) estuvo prácticamente ausente, al igual que las de reptiles, anfibios y peces. En este sentido, el mejillón dorado (*Limnoperna fortunei*), 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, sólo 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 donde se aborda la temática, aunque no se haga mención a la especie que se ilustra en la fotografía.

El otro ejemplo utilizado corresponde a la abeja africana (*Apis mellifera scutellata*); 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. 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 dable 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.

5.2.6.1.1.5 Contenido de las ilustraciones de plantas vasculares y algas

Las ilustraciones con plantas exóticas invasoras, cuya presencia fue significativamente baja en ambos grupos de manuales, muestran nueve especies diferentes de plantas (Tabla 4.10.), de las cuales cinco son especies arbóreas (e.g., arce blanco: *Acer pseudoplatanus*, paraíso: *Melia azedarach*, arrayán: *Luma apiculata*, ceibo: *Erythrina crista-galli* y un taxón indeterminado “árboles”) y cuatro son arbustivas (e.g., cardo asnal: *Silybum marianum*, ligustro: *Ligustrum lucidum*, rosa mosqueta: *Rosa rubiginosa* y caña común: *Arundo donax*). No se presentaron ilustraciones de plantas herbáceas.

Tabla 4.10. Número de ilustraciones (fotografías y dibujos figurativos) con especies de plantas vasculares presentes en las ilustraciones encontradas en los libros de texto (ESB, n=7; ESS, n=2). ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. N: nativa.

	ESB n=7	ESS n=2
Cardo asnal	1 (14 %)	0 (0 %)
Arce blanco/Arrayán (N)	1 (14 %)	0 (0 %)
Ligustro	2 (33 %)	0 (0 %)
Paraíso	1 (14 %)	0 (0 %)
Ceibo (N)	1 (14 %)	0 (0 %)
Rosa mosqueta	0 (0 %)	1 (50%)
“Árboles”	1 (14 %)	0 (0 %)
Caña común	0 (0 %)	1 (50 %)

Ilustraciones con especies arbóreas

Dentro de las especies arbóreas, el arce blanco (*Acer pseudoplatanus*) fue incorporado en una fotografía doble (ESB18) (Figura 4.37.), en la cual se observa una especie nativa, el arrayán (*Luma apiculata*), y una especie exótica, el arce blanco, en esta última, se observa la fotografía del árbol completo y un detalle o ampliación de los frutos. La fotografía incorpora dos textos en los cuales se da el nombre común e información sobre algunas características de las plantas, como el color de la corteza de los arrayanes y de los frutos del arce blanco.



Figura 4.37. Fotografía doble, de arrayanes y arce encontrada en ESB18.

El árbol paraíso (*Melia azedarach*) aparece en una imagen (Figura 4.38.) del manual ESB22. Es una fotografía que muestra una parte del árbol, es de tipo connotativa y posee un pie de figura que identifica la especie por su nombre común, sitúa al lector en el lugar dónde se produjo la introducción e informa sobre su procedencia e ingreso a la Argentina.



Figura 4.38. Fotografía de paraíso presente en ESB22.

El ceibo (*Erythrina crista-galli*), especie nativa de Sudamérica, fue incluido en el LT ESB24. Se presenta una macrofotografía de sus flores las que están acompañadas de un pie de figura con el nombre común (Figura 4.39.).



Figura 4.39. Fotografía del ceibo del libro ESB24

También fue incluida en el LT ESB24 una fotografía de funcionalidad decorativa, de tipo connotativa y sin etiquetas verbales, en la que se observan una serie de troncos de plantas, lo que corresponde a un taxón indeterminado “árboles” (Figura 4.40.).

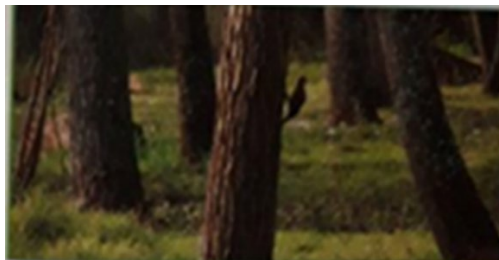


Figura 4.40. Fotografía de “árboles” presente en el libro ESB24.

Ilustraciones con especies arbustivas

El ligustro (*Ligustrum lucidum*) fue ilustrado en las imágenes de dos LT (ESB22 y ESB24). En el primero de los libros se trata de una ilustración (Figura 4.41.) de tipo connotativa y con etiqueta verbal. La fotografía muestra un detalle del arbusto florecido y el texto que la acompaña refiere al lugar de origen de la especie invasora y dónde ha sido introducida.



Figura 4.41. Fotografía presente en el LT ESB22.

La fotografía del ligustro (*Ligustrum lucidum*) que se presenta en el LT ESB24 (Figura 4.42.) muestra el aspecto general del arbusto, en el que se observan las hojas y los frutos. Posee una etiqueta verbal con el nombre común.



Figura 4.42. Fotografía del ligustro del libro ESB24

El cardo asnal o mariano (*Silybum marianum*) fue incluido en el LT ESB2 (Figura 4.43.), se trata de una macrofotografía de la inflorescencia, de tipo connotativa que contiene una etiqueta verbal, en la cual se expresa el carácter de especie exótica invasora de la especie.



Figura 4.43. Imagen presente en ESB2.

La rosa mosqueta (*Rosa rubiginosa*) se incluyó en el LT ESS3 en una fotografía que muestra detalles de sus flores, es de tipo connotativa, además, está acompañada de una etiqueta verbal que da precisiones acerca de su lugar de origen y la zona en que fue introducida en Argentina; también se hace referencia a la capacidad de invasión de la especie por lo que es considerada plaga (Figura 4.44.).



Figura 4.44. Fotografía de rosa mosqueta presente en ESS3.

La caña común o caña brava (*Arundo donax*) fue ilustrada en ESS12 a través de una fotografía que muestra la inflorescencia; de acuerdo a su relación con el texto es de tipo connotativa, además posee una etiqueta verbal que aporta datos de las características de su tallo (Figura 4.45.).



Figura 4.45. Fotografía de la caña común del LT ESS12.

Ilustraciones con especies de algas

El alga wakame (*Undaria pinnatifida*) se ilustró a través de una fotografía (LT ESB24) que muestra el aspecto general del esporofito. Contiene una etiqueta verbal que aporta información sobre su origen, modo y zona donde fue introducida, también destaca

su capacidad de crecimiento y la forma en que compiten con las especies nativas (Figura 4.46.).



Figura 4.46. Fotografía del alga undaria (*Undaria pinnatifida*) presente del libro ESB24.

Discusión del contenido de las ilustraciones de plantas y algas

La presencia de imágenes que contienen plantas exóticas fue significativamente baja en ambos grupos de manuales. Esta situación 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, García-Barros y Garrido, 2014). Consideración de los alumnos que sí concuerda con la baja presencia de contenidos de plantas en los textos escolares,

en comparación con los contenidos referidos a los animales (de Paula, de Las Heras, Romero y Cañal, 2014); característica que Wandersee y Schussler (2001) denominan ceguera hacia las plantas o incapacidad de ver o notar a las plantas en el propio ambiente.

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 pueden, como consecuencia, fomentar el desinterés hacia las plantas (Strgar, 2007), cuestión que ha sido revelada, además, por docentes en ejercicio que dictan diferentes asignaturas científicas (Bebbington, 2005). 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. Aquí cobra relevancia el rol de la didáctica de las ciencias en relación a 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 (Mayoral García-Berlanga, 2019). Para Bebbington (2005), la identificación de distintos grupos de plantas no debería 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, llevándolo al descubrimiento y comprensión de los distintos aspectos y características de las plantas nativas presentes en el medio en que viven.

5.2.6.1.1.6 *Contenido de las ilustraciones de hábitats*

Las ilustraciones de hábitats que refieren a especies exóticas invasoras fue significativamente baja en ambos grupos de manuales. Cuatro de las cinco fotografías de hábitats están representadas por la modificación (diques) que realizan los castores (*Castor canadensis*) en el bosque de Tierra del Fuego, Argentina. En el LT ESB24 (Figura 4.47.A) se muestra un dique construido por castores y la inundación que provoca el mismo, además contiene un pie de , de tipo explicativo, que informa sobre los diques que construyen los animales en Tierra del Fuego. Del mismo modo, en el LT ESB26 (Figura 4.47.B) se incluye una imagen de tipo connotativa, en la cual se observa el efecto realizado por los castores, posee una etiqueta verbal que aporta información del impacto sobre los árboles nativos que producen las áreas inundadas. Por su parte, en el manual ESB28 (Figura 4.47.C), la fotografía contiene una etiqueta verbal en la que se presenta información adicional a lo que se expresa en el texto, en este sentido, se dan detalles de las formas de introducción de especies exóticas, las que pueden convertirse en invasoras; también se brindan aspectos sobre el impacto que estas especies pueden ocasionar sobre las nativas y el ambiente, citando el ejemplo de los castores en Patagonia. En el texto ESS15 se incluye una imagen (Figura 4.47.D) de tipo denotativa, que contiene una etiqueta verbal donde se informa acerca de los disturbios producidos en el ecosistema, destacando la capacidad de los castores de construir diques e inundar bosques nativos de Tierra del Fuego.



Figura 4.47. Imagen de diques y represas construidos por castores incluida en los libros de texto **A.** ESB24, **B.** ESB26, **C.** ESB28, **D.** ESS15.

La quinta imagen de hábitat es una fotografía de un pastizal (LT ESS4), por su relación con el texto principal corresponde a una fotografía de tipo denotativa, con etiqueta verbal y de funcionalidad complementaria. La fotografía muestra el aspecto general de un pastizal, el pie de figura sitúa la imagen en el pastizal pampeano, indicando las dificultades de recuperación al dejar de cultivarlos, aludiendo a la escasa disponibilidad de semillas, por falta de pastizales naturales cercanos, y a la competitividad que tienen con las plantas exóticas que las hace dominantes a través del tiempo (Figura 4.48.).



Fig. 10-16. Los pastizales pampeanos no se recuperan completamente al dejar de cultivarlos. La escasa disponibilidad de semillas por falta de pastizales cercanos y la competitividad de las plantas exóticas hace que estas sigan dominando la comunidad, aun veinte años después.

Figura 4.48. Fotografía de un pastizal hallado en el LT ESS4.

Las fotografías que muestran ambientes o paisajes vinculados a las especies exóticas fueron pobremente representadas en los LT de las dos etapas educativas. 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.

5.2.6.2 Análisis del contenido de los diagramas verbales

Los diagramas verbales (e.g., mapas conceptuales, tablas y esquemas) estuvieron presentes en porcentajes significativamente bajos en los dos conjuntos de manuales. De las 77 imágenes presentes en los libros de texto (50 ESB y 27 ESS), siete son diagramas verbales (4 ESB y 3 ESS), de los cuales tres son mapas conceptuales (ESB), dos esquemas (ESS) y dos tablas (1 ESB y 1 ESS).

5.2.6.2.1 Mapas conceptuales (MC)

Los tres mapas conceptuales presentes en los LT corresponden al nivel educativo de ESB. En estos mapas se presenta la introducción de especies exóticas como causa del desequilibrio de los ecosistemas (LT ESB1) y como causa de la pérdida de biodiversidad (ESB23).

El mapa conceptual de ESB1 (Figura 4.49.) no presenta vinculación con el texto principal y muestra las causas naturales y artificiales que provocan desequilibrios en los ecosistemas, entre estas últimas, es citada la introducción de especies exóticas.

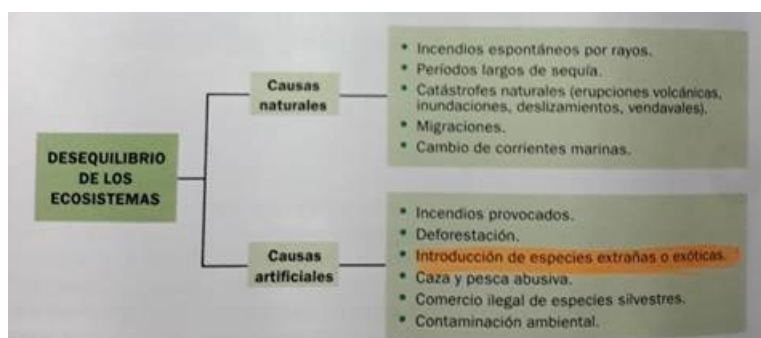


Figura 4.49. Mapa conceptual hallado en ESB1.

El manual ESB23 contiene dos mapas conceptuales (Figura 4.50.A y B).

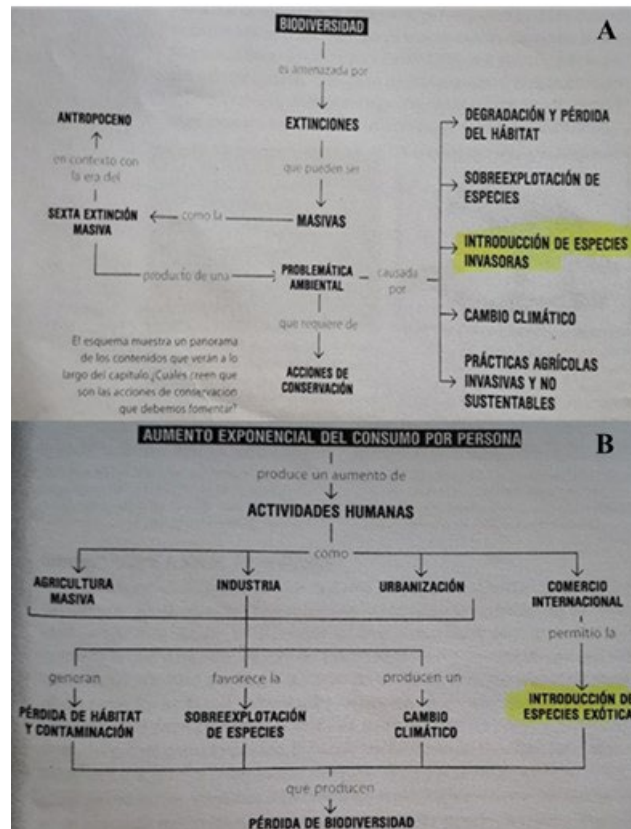


Figura 4.50. Mapas conceptuales incluidos en el manual ESB23.

El primero (Figura 4.50.A) se encuentra al inicio del capítulo que trata temas sobre pérdida y conservación de la biodiversidad y muestra un panorama general de los contenidos que se desarrollarán. La introducción de especies invasoras es presentada como una problemática ambiental que amenaza la biodiversidad. El segundo mapa conceptual, incluido en ESB23 (Figura 4.50.B), está ubicado cuando se realiza el tratamiento de la pérdida de biodiversidad, en el cual se presenta el comercio internacional como producto del aumento de las actividades humanas, lo que permite la introducción de especies exóticas.

5.2.6.2.2 Esquemas

Los esquemas fueron los diagramas verbales encontrados solamente en libros de texto del nivel ESS. En el LT ESS8 se presenta un esquema que no está vinculado con el texto principal (connotativo), en el cual se analizan los factores sociales que pueden alterar la calidad de los servicios ecosistémicos. Bajo la denominación de generadores directos de cambios se menciona la introducción de especies exóticas (Figura 4.51.).



Figura 4.51. Esquema presente en el manual ESS8.

Otro esquema se presenta en el LT ESS17, se trata de una imagen de tipo denotativa, con una etiqueta verbal que muestra las causas de pérdida de biodiversidad a nivel mundial. En el esquema se pueden apreciar la forma en que interactúan los diversos factores que producen esta degradación, entre ellas se encuentra la introducción de especies (Figura 4.52.).



Figura 5.5. Las causas inmediatas de la pérdida de biodiversidad en el mundo

Figura 4.52. Esquema presente en el LT ESS17.

5.2.6.2.3 Tablas verbales

En lo concerniente a la tabla incluida en el LT ESB24, se trata de un listado con los nombres comunes de especies autóctonas e introducidas. La tabla tiene relación con el texto principal, en el cual se indica que son especies que habitan en el ecosistema urbano (Figura 4.53.).

Autóctonas	Introducidas
Benteveo	Gorrión
Paloma torcaza	Paloma doméstica
Calandria	Rata
Chingolo	Eucalipto
Ceibo	Ligustro

Figura 4.53. Tabla verbal presente en ESB24.

La tabla verbal del LT ESS4 se presenta para que los alumnos la completen con diferentes especies de plantas, clasificándolas según su forma de vida (hierbas, arbustos y árboles) y origen (nativa y exótica). El texto que acompaña la tabla propone los nombres comunes de las especies a investigar: lenga, coirón, sorgo de alepo, flechilla, álamo, rosa mosqueta, diente de león, pino y jarilla (Figura 4.54.).

	Hierbas	Arbustos	Árboles
Nativa			
Exótica			

Figura 4.54. Tabla verbal para completar presente en ESS4.

De acuerdo a los resultados obtenidos, y a diferencia de lo que ocurrió con las fotografías y dibujos figurativos, los diagramas verbales (*e.g.*, mapas conceptuales, diagramas y tablas) fueron hallados en menor frecuencia en los libros de texto de ambos grupos educativos, resultados que coinciden con lo hallado por distintos autores en estudios previos (Artola *et al.*, 2016; López-Manjón y Postigo, 2014). Distintos autores resaltan la importancia que estas herramientas poseen, ya que representan interrelaciones entre múltiples contenidos que se desarrollan en los libros de texto y son herramientas cognitivas que favorecen al razonamiento, a la solución de problemas y a la obtención de explicaciones (Casanueva, 2017; Perini, 2013). Otros estudios muestran las ventajas del uso de los mapas conceptuales y el beneficio que ofrecen a los alumnos en la construcción de un aprendizaje más unificado y significativo. En este sentido, Acosta y Acosta (2010) señalan que la incorporación de los mapas conceptuales tiene su efecto en el aprendizaje de teorías biológicas en mayor proporción que al utilizar el método tradicional de enseñanza, ya que permite explicar y predecir fenómenos naturales.

En este marco, la incorporación de mapas conceptuales en los textos resulta un valor agregado, ya que los mismos son herramientas gráficas a través de las cuales es posible organizar y representar el conocimiento. Si se los considera bajo una mirada

didáctica, el empleo de estos mapas es relevante, ya que proporcionan un resumen esquemático y ordenado de los diferentes temas incluidos en un texto y las relaciones que se establecen entre sus componentes, facilitando de este modo su comprensión.

5.2.6.3 Análisis del contenido de las representaciones cuantitativas

Las representaciones cuantitativas (e.g., tablas numéricas y gráficas) estuvieron presentes en los LT de los dos grupos. De las ocho incluidas en los libros de texto (3 ESB y 5 ESS), dos corresponden a tablas numéricas (2 ESB) y seis a gráficas (1 ESB y 5 ESS).

5.2.6.3.1 Tablas numéricas

Las tablas numéricas se encontraron solamente en los LT de ESB, de este modo en el LT ESB12, se presenta una tabla numérica, como parte de una actividad en la cual se presenta una situación contextualizada en una zona selvática del noroeste de Argentina (Yungas), que involucra a la especie exótica invasora llamada ligustro (*Ligustrum lucidum*). La tabla muestra como es la dinámica de un ecosistema boscoso con o sin la presencia de ligustros en relación a diferentes variables (Figura 4.55.).

	Bosques sin ligustros	Bosques con ligustros
Luz solar disponible	25%	11%
Profundidad de la hojarasca	3,9 cm	2,4 cm
Número de especies de aves	30	12

Figura 4.55. Tabla numérica presente en el LT ESB12.

El LT ESB24 incluye la tabla numérica en una actividad, en la misma se solicita que los alumnos completen con el número de individuos vegetales y animales, e indiquen cuál es la proporción de especies nativas e introducidas que conforman el ecosistema del espacio verde estudiado (Figura 4.56).

ESPECIES	Número de individuos
VEGETALES	
Especie 1	
Especie 2	
Especie x	
ANIMALES	
Especie 1	
Especie 2	
Especie x	

Figura 4.56. Tabla numérica presente en el LT ESB24.

5.2.6.3.2 Gráficas

En relación a las seis gráficas, de barras y líneas, presentes en los libros de texto, en el manual ESB28, se incluyó una gráfica que representa una distribución de datos, los que indican las causas de la pérdida de biodiversidad. Se trata de una gráfica de barras horizontales, la que posee un título que indica: “Causas globales de la pérdida de biodiversidad”; esta gráfica expone en su eje de ordenadas las causas globales de pérdida de biodiversidad organizadas de mayor a menor porcentaje, según su grado importancia; sus barras rectangulares poseen una longitud acorde con su frecuencia porcentual, la que se presenta a través de etiquetas (Figura 4.57.).

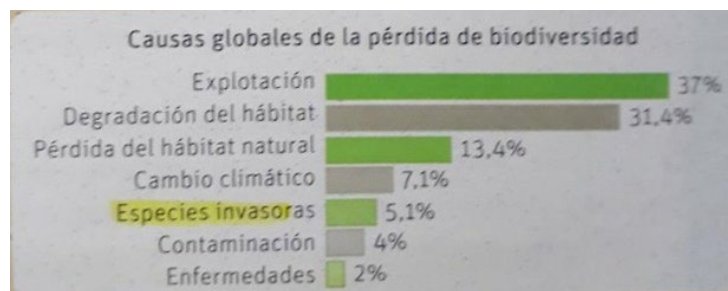


Figura 4.57. Gráfico de barras horizontales hallado en ESB28.

En el libro de texto ESS4, la gráfica es del tipo de líneas múltiples, en la que se representan varias distribuciones sobre un mismo gráfico; la imagen es de tipo denotativa, no posee un título, pero sí incluye un pie de figura que refiere a las variaciones que ocurren en la cobertura vegetal de un campo que dejó de cultivarse a través del tiempo. También se pueden reconocer los elementos estructurales del gráfico, presenta un eje de ordenadas en la que se presenta la variable independiente, el tiempo expresado en años, el que está indicado a través de una leyenda (Años). La variable dependiente representa la cobertura

vegetal, la que está expresada en porcentaje, también posee un título del eje (Cobertura %) (Figura 4.58.).

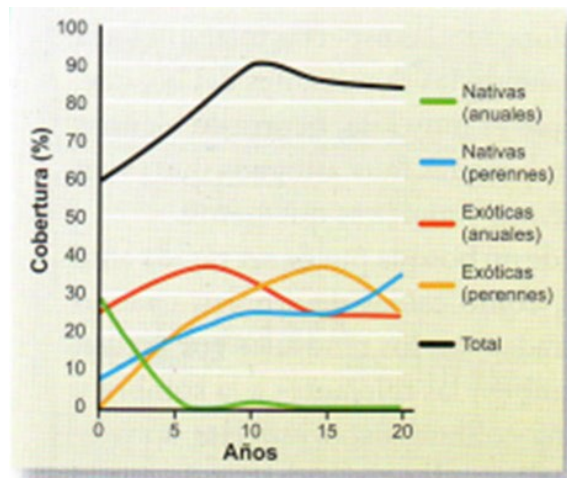


Fig. 10-15. En el gráfico se muestran los cambios en la cobertura vegetal de un campo que dejó de cultivarse durante veinte años.

Figura 4.58. Gráfico de líneas presente en el LT ESS4.

El LT ESS14 incluye dos gráficas que muestran el comportamiento de varias distribuciones sobre una misma gráfica. Una de ellas (Figura 4.59.) corresponde al tipo de líneas múltiples, en la que se presenta la variación de la riqueza específica de especies nativas y exóticas a lo largo de veinte años; contiene escalas y leyendas de en sus ejes, como así también las etiquetas.

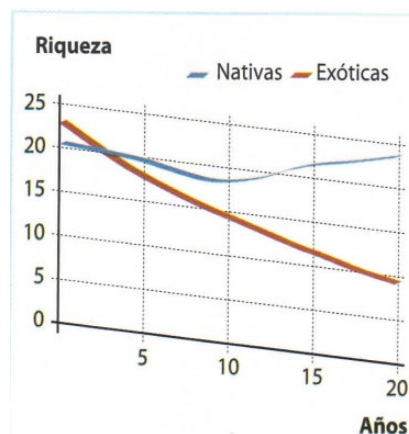


Figura 4.59. Gráfico de líneas presente en ESS14.

La segunda corresponde a un gráfico de barras apiladas porcentual, indica cómo ha cambiado la cobertura vegetal de las especies nativas y exóticas a lo largo del tiempo. Se incluyen etiquetas que identifican a las series de datos. El gráfico está acompañado de

una etiqueta verbal que refiere a los cambios en la riqueza y en la cobertura vegetal durante veinte años de sucesión secundaria en un campo de la región Pampeana (Figura 4.60.).

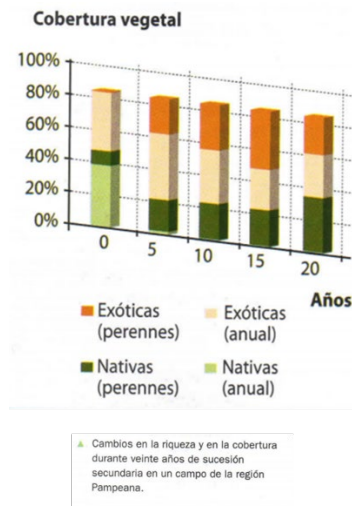


Figura 4.60. Gráfico de barras presentes en ESS14.

En el manual ESS11 hay dos gráficos de líneas, una es del tipo simple, mientras que la otra corresponde al tipo de líneas múltiples. Ambas son de tipo connotativas y contienen etiquetas verbales.

El gráfico que corresponde a un modelo de línea simple (Figura 4.61.), posee un pie de figura que dice “Crecimiento de la plaga invasora”, también posee títulos en los ejes, aunque no presentan escala.

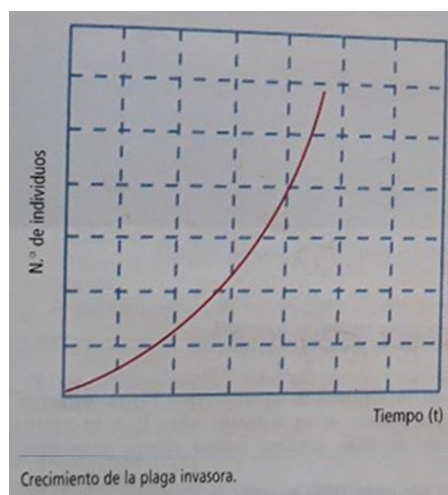


Figura 4.61. Gráfico presente en el LT ESS11, donde se observa el crecimiento exponencial de una especie plaga invasora.

El gráfico que corresponde al tipo de líneas múltiples (Figura 4.62.) muestra dos distribuciones que ilustran las variaciones de la densidad de dos poblaciones: una de plaga invasora y la otra del depredador natural a través del tiempo. Se muestran títulos y escalas de los ejes, y en fondo de la gráfica se encuentra el nombre de las series. Posee una etiqueta verbal que refiere a las variaciones de la especie plaga y el depredador natural por medio del control biológico.

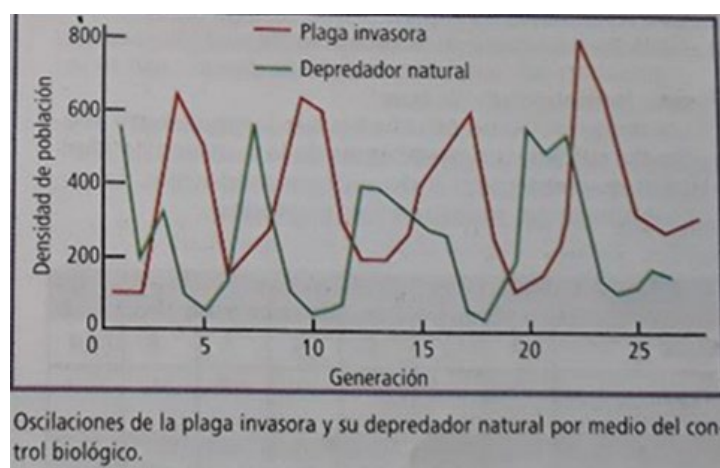


Figura 4.62. Gráfico presente en el LT ESS11.

Discusión del contenido de las representaciones cuantitativas

En relación a las representaciones cuantitativas, en la actualidad, gran parte de la información proveniente de los medios de comunicación, está representada bajo la forma de tablas y gráficos estadísticos. Los mismos son considerados una buena herramienta, tanto para comunicar como para resumir información, para lo que es necesario leer e interpretar correctamente estos recursos. Arteaga, Batanero, Cañadas y Contreras (2011) indican que las tablas y gráficas estadísticas deben ser estudiadas en la formación obligatoria para asegurar la comprensión, ya que son consideradas un elemento de la cultura estadística. Además, el trabajo con tablas y gráficos se encuentra entre las directrices curriculares para la Educación Secundaria de Argentina (DGCyE, 2006, 2007, 2011b), por lo que su presencia en los LT ofrece la oportunidad de desarrollar en los estudiantes una adecuada cultura estadística (Díaz-Levicoy, Giacomone y Arteaga, 2017).

Las tablas numéricas estuvieron representadas ESB a través de una tabla de doble entrada o de contingencia que se encuentra ilustrando una actividad al final del capítulo, en la que se representan los datos obtenidos en un estudio sobre la especie exótica invasora ligustro (*Ligustrum lucidum*) llevado a cabo en las selvas de las Yungas

(Argentina). Las columnas y las filas de la tabla presentan los cruces de las variables, en tanto que el cuerpo de la tabla está formado por los datos cuantitativos. La tabla posee una vinculación con un breve texto que aporta información a los estudiantes para la resolución de las actividades. Una característica que presentan los datos cuantitativos es que están en diferentes unidades, lo que podría dificultar la lectura de la misma; este punto de conflicto brindaría la oportunidad de trabajar sobre conversiones de unidades a partir de la asistencia y guía del docente, por lo que se establece como un valor añadido en la obra que contiene esta tabla numérica. En este sentido, Gabucio, Martí, Enfedaque, Gilabert y Konstantinidou (2010) advierten de que la interpretación no resulta fácil para los alumnos, ya que se requiere la comprensión de la estructura de la tabla; esta dificultad vuelve a poner en el foco en los docentes y el lugar irremplazable que desempeñan en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, acompañando, proponiendo y recorriendo junto a sus estudiantes itinerarios didácticos alternativos.

En este sentido, la interpretación de esta tabla, y siguiendo la propuesta de Friel *et al.* (2001) como se citó en Gabucio *et al.*, (2010), estaría dentro de un nivel de comprensión intermedio, en el cual los estudiantes tienen la posibilidad de integrar e interpretar, así como de observar la combinación y el hallazgo de relaciones entre los datos presentes en la tabla, para arribar luego a responder las preguntas de la actividad.

Así como las tablas, los gráficos son una valiosa modalidad de comunicación de información que se complementa con otras presentadas con diferentes sistemas notacionales, las que casi siempre son de tipo textual, y a las que se recurre en gran parte de lecturas, presentaciones teóricas e investigaciones (Postigo, Echeverría y Oller 2010). Tomando en cuenta los hallazgos de la presente investigación, en el LT ESB28 se incluyó un gráfico de barras horizontal, en el que se representan las causas globales de pérdida de biodiversidad. Este gráfico requiere por parte del estudiante, una lectura literal de los datos, ya que se limita a lo representado explícitamente en el gráfico; en este caso, se lee la frecuencia para una categoría determinada (Díaz-Levicoy, Batanero, Arteaga y López-Martín, 2015). Otros libros de texto incluyeron gráficos de líneas que se utilizaron para representar frecuencias de una variable cualitativa o bien valores numéricos de una serie de datos aislados. En ESS se encontró un gráfico de líneas múltiples que representan los cambios en la cobertura vegetal que se producen a lo largo del tiempo. El gráfico está vinculado al texto donde se desarrolla el tema correspondiente a la sucesión secundaria, y además se explicita de manera clara lo que debe observarse en la imagen. Analizándola desde la perspectiva de la elaboración de la estructura de la figura, esta es adecuada, ya

que presenta leyendas en los ejes; por otra parte, las líneas se encuentran diferenciadas por un color diferente cada una, lo que permite identificarlas con facilidad. Esta forma de gestionar la estructuración de los gráficos es de interés por resultar una propuesta que beneficia su lectura e interpretación; dicha característica se destaca como favorable dado que las representaciones gráficas cartesianas que no contienen leyendas, o están desvinculadas del texto explicativo, pueden generar un conflicto semiótico ya que dificulta su lectura, interpretación y uso (Artola *et al.*, 2016).

En el LT ESS14, se incluyeron dos gráficos, de líneas y de barras apiladas. La confección de los mismos se puede considerar pertinente, ya que poseen etiquetas en los ejes y también colores que permiten distinguir claramente las variables. Desde el punto de vista didáctico, la inclusión de este tipo de imágenes, en las que se presentan más de una distribución en el mismo gráfico estadístico, son de relevancia, puesto que los estudiantes deben comparar simultáneamente los rangos de variación de dos o más variables representadas (Díaz-Levicoy, 2014); esto, si bien comprende una demanda cognitiva importante y tiene una gran complejidad semiótica, también resulta en una actividad promotora de la comprensión que expresan los gráficos debido a las conexiones e integraciones que los sujetos deben realizar (Arteaga *et al.*, 2011).

Por su parte, los gráficos incluidos en el libro de texto ESS11, con la finalidad de ilustrar el control de especies invasoras, muestran dos gráficos de líneas, uno de tipo simple, en tanto que el siguiente pertenece al grupo de líneas múltiples. En el primero de los casos, se trata de un gráfico que muestra el crecimiento exponencial de una plaga invasora; si bien el gráfico contiene etiquetas en los ejes, en ellos no se observan escalas. Por su parte, el segundo gráfico, presenta también un modelo teórico de ecología de poblaciones, el modelo depredador-presa; en este gráfico se incluyen las etiquetas y las escalas, al mismo tiempo que las líneas que representan a las dos poblaciones se pueden distinguir claramente una de otra. Las imágenes presentadas corresponden a dos modelos clásicos de la ecología de poblaciones, uno de los cuales corresponde al crecimiento exponencial de la población y que posee una curva en forma de “J” característica. Por su parte, el gráfico que representa la interacción de un depredador natural y la plaga invasora, responde claramente al modelo clásico depredador-presa de Lotka-Volterra. Este modelo, describe las interacciones entre dos especies en un ecosistema, en este caso la población de presas (plaga invasora) y la correspondiente a los depredadores naturales. El modelo consiste en un proceso de retroalimentación ya que la población de presas tiene un efecto positivo en el tamaño de la población de depredadores, mientras que esta última tiene un

efecto negativo (inhibidor) en el tamaño de la población de presas; de esta manera es posible observar las fluctuaciones características de las poblaciones que establecen estas relaciones y que se expresan en este tipo de gráfico. Para Artola *et al.* (2016) la inserción de representaciones de este tipo posibilita exponer la relación entre variables que se establecen en la dinámica de las poblaciones, como pueden ser los cambios que se producen en ellas en el número de individuos. También pueden ser utilizadas para mostrar la composición de especies en una comunidad biológica o los cambios en el tiempo de una sucesión ecológica en particular, entre otros. De este modo, es necesario que los procesos de enseñanza y de aprendizaje de conceptos biológicos se encuentren atravesados en primer lugar por cierto dominio o manejo conceptual, pero también por el desarrollo de habilidades para representarlos recurriendo a diversos recursos como son las gráficas cartesianas, las cuales se instalan como un modo frecuente de comunicación científica y también como un instrumento productivo que puede ser considerado cuando se piensan y diseñan estrategias para trabajar didácticamente cierto contenido disciplinar. Por otra parte, el análisis, la lectura y la construcción de gráficos brinda ocasiones para establecer comparaciones, realizar predicciones e ir al encuentro de patrones que les permiten determinar tendencias entre los datos; además, dichas operaciones demandan cierto conocimiento del contenido que se trabaja a partir de la gráfica, y permite, de este modo realizar deducciones y enunciar conclusiones partiendo de los datos que se observan en ella, lo que por cierto entraña un razonamiento más amplio de los datos y la información que suministran. Como señalan Artola *et al.* (2016), la interpretación de una gráfica supone describirla y decir lo que se ve siguiendo su perfil, pero también implica exponer el porqué de ese perfil, el cual dependerá de la cantidad de información o conocimiento que posea quien interpreta la gráfica.

5.3 Análisis de las actividades

Los resultados sobre la presencia de actividades relacionadas con las especies exóticas (EE) o las invasiones biológicas (IB), en los libros de texto, indican que, de la totalidad de LT analizados (n=42), en el 74 % se hallaron actividades que mencionaron a las especies exóticas (EE) y las invasiones biológicas (IB). El número de manuales pertenecientes a ESB (Tabla 5.1.) que presentaron actividades (80 %) fue significativamente mayor que aquellos que no lo hicieron (*Prueba binomial; p-valor=0,004*); del mismo modo, en los LT de ESS (65 %) también se dio esta situación, aunque en este nivel educativo las diferencias no fueron significativas (*Prueba binomial; p-valor=0,332*). La prueba de independencia indica que no hay asociación entre las variables nivel de los LT y la inclusión de actividades (*Prueba exacta de Fisher, p-valor=0,305*) (Tabla 5.1.).

Tabla 5.1. Distribución de frecuencias absolutas y frecuencias relativas en porcentaje de las actividades presentes en los manuales analizados. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = nº de LT analizados en cada nivel educativo (ESB, n=25; ESS, n=17). 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 $p \leq 0,05$.

	ESB (n=25)	ESS (n=17)	p (Prueba de independencia χ^2)
Presencia	20 (80 %)	11 (65 %)	0,305(a)
Ausencia	5 (20 %)	6 (35 %)	

5.3.1 Tipo de resolución, ubicación y asociación a lecturas complementarias

En total, se encontraron 54 actividades relativas a las EE y las IB (n=32 en ESB y n=22 en ESS) que, fundamentalmente, requerían una resolución individual, estaban ubicadas en el texto principal y no estaban asociadas a lecturas complementarias.

Los resultados sobre el tipo resolución de la actividad (individual o grupal) muestran que, las actividades de resolución individual encontradas en ambos grupos de textos fueron significativamente mayoritarias (91 % ESB, *Prueba binomial; p-valor=0,000* y 95 % para ESS, *Prueba binomial; p-valor=0,000*), encontrándose en menor frecuencia las que implicaban un tratamiento en forma grupal (Tabla 5.2.). Estos resultados indican que hay independencia entre los niveles correspondientes a los LT y la

presencia de actividades de tipo de individual o grupal (*Prueba exacta de Fisher*; p -valor=0,638).

Tabla 5.2. Distribución de frecuencias de las actividades según el tipo de resolución presentes en los manuales analizados. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. $n = n^{\circ}$ de actividades halladas en los LT de cada nivel educativo (ESB, $n=32$; ESS, $n=22$). $p =$ 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 $p \leq 0,05$.

	ESB (n=32)	ESS (n=22)	p (Prueba de independencia χ^2)
Individual	29 (91 %)	21 (95 %)	0,638(a)
Grupal	3 (9 %)	1 (5 %)	

En cuanto a la ubicación de las actividades en los manuales, el análisis de los resultados indica que, en los dos grupos de LT, las actividades fueron propuestas mayoritariamente al final de los capítulos (66 % ESB, $\chi^2=18,8$; $gl=2$; p -valor=0,000 y 55 % ESS, $\chi^2=0,18$; $gl=1$; p -valor=0,670); con una presencia menor, se encontraron actividades dentro del texto principal (31 % ESB y 45 % ESS) y las actividades ubicadas al inicio de los capítulos solo estuvieron representadas en los manuales de ESB (3 %). La prueba de independencia no evidenció asociación entre el nivel de los libros de texto y la ubicación de las actividades (*Prueba exacta de Fisher*; p -valor=0,549). (Tabla 5.3.).

Tabla 5.3. Distribución de frecuencias de las actividades según su ubicación presentes en los manuales analizados. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. $n = n^{\circ}$ de actividades halladas en los LT de cada nivel educativo (ESB, $n=32$; ESS, $n=22$). $p =$ 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 $p \leq 0,05$.

	ESB (n=32)	ESS (n=22)	p (Prueba de independencia χ^2)
Inicio	1 (3 %)	0 (0 %)	0,549(a)
En el texto principal	10 (31 %)	10 (45 %)	
Final del capítulo	21 (66 %)	12 (55 %)	

Las actividades asociadas a lecturas complementarias fueron significativamente poco frecuentes, en este sentido, el 19 % de las actividades de los manuales de ESB (6 de 32) presentaron esta asociación (19 %, *Prueba binomial*; p -valor=0,001); en tanto que, en los textos de ESS fueron el 14 % (3 de 22) (*Prueba binomial*; p -valor=0,001). Estos resultados indican que no hay asociación entre en el nivel educativo de los LT y la presencia de actividades en lecturas complementarias ($\chi^2=24,5$; $gl=1$; p -valor=0,723) (Tabla 5.4.).

Tabla 5.4. Distribución de frecuencias de las actividades presentes los LT que se hallaron en lecturas complementarias. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = nº de actividades halladas en los LT de cada nivel educativo (ESB, n=32; ESS, n=22). p = valor del test de Chi-cuadrado. Significación bilateral $p \leq 0,05$.

	ESB (n=32)	ESS (n=22)	p (Prueba de independencia χ^2)
Presencia	6 (19 %)	3 (14 %)	0,723
Ausencia	26 (81 %)	19 (86 %)	

Estos resultados, sobre las actividades presentes en los manuales, permiten señalar que, los libros de texto analizados, tanto de ESB como de ESS incluyen actividades que acompañan al desarrollo de los temas que tratan a las especies exóticas y las invasiones biológicas. En cuanto a la ubicación de las actividades, se presentan, en su mayoría al final del capítulo a modo de revisión de los temas, estos resultados son coincidentes con los hallados por Ocelli (2013) y Laya Iglesias y Martínez Losada (2019). En los dos niveles de libros de texto predominan las actividades planteadas para que los estudiantes las resuelvan de manera individual, esta forma de diseñar las actividades no coincide con lo alentado en los diseños curriculares para Educación Secundaria (DGCyE, 2006, 2010) ya que no contribuye al trabajo cooperativo o grupal, que permita a los alumnos escuchar el punto de vista de sus compañeros y modificar, en algunos casos sus opiniones, de manera que no se fomenta la construcción colectiva de significados (Braga Blanco y Belver Domínguez, 2016; Cintas Serrano, 2000; De Pro Bueno, 2009; Hernández Carretero, Velázquez de Castro, Corrales Vázquez y Burgui Burgui 2015; Urones, Escobar y Vacas, 2013).

5.3.2 Procedimientos promovidos por la actividad

El análisis de los procedimientos propuestos por las actividades relativas a las EE y las IB indica que, para los manuales correspondientes a ESB se incluyeron 94 procedimientos en 32 actividades, en tanto que en lo concerniente a ESS fueron 35, los que se repartieron en 22 actividades. Estos procedimientos incluyeron todas las dimensiones analizadas (Tabla 2.5.): *comunicación de la información, interpretación, buscar información, organizar información, planificación del proceso, observación y elaboración de conclusiones*; así como muchas de las categorías establecidas dentro de cada dimensión.

Los resultados de la presencia de las 7 dimensiones analizadas para los procedimientos presentes en las actividades indican que, aquellos que implican la *comunicación de la información* fueron mayores en los dos grupos de manuales (Tabla 5.5.), aunque sólo se encontraron diferencias significativas en los textos de ESB (30 % ESB, $\chi^2=32$; $gl=6$; $p\text{-valor}=0,000$ y 34 % ESS, $\chi^2=10,7$; $gl=5$; $p\text{-valor}=0,056$). En segundo orden, con porcentajes cercanos están los procedimientos relacionados con la *interpretación de la información* (18 % ESB y 14 % ESS), la *búsqueda de información* (17 % ESB y 14 % ESS), la *organización de la información* (15 % ESB y 17 % ESS) y la *planificación del proceso* (13 % ESB y 17 % ESS). Con las frecuencias más bajas están los procedimientos que favorecen la *observación* (3 % ESB y 3 % ESS) y la *elaboración de conclusiones*, que solo fueron hallados en manuales de ESB (4 %). La prueba de asociación indica que hay independencia entre los LT de los dos niveles educativos y la inclusión de procedimientos en las actividades (*Prueba exacta de Fisher*; $p\text{-valor}=0,934$).

Tabla 5.5. Número y porcentaje de procedimientos hallados en las actividades de los LT. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. $n = n^\circ$ de procedimientos hallados en los LT de cada nivel educativo (ESB, $n=94$; ESS, $n=35$). $p =$ 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 $p \leq 0,05$.

Dimensión	ESB (n=94)	ESS (n=35)	p (Prueba de independencia χ^2)
Comunicación de la información	28 (30 %)	12 (34 %)	0,934(a)
Interpretación de la información	17 (18 %)	5 (14 %)	
Buscar información	16 (17 %)	5 (14 %)	
Organizar la información	14 (15 %)	6 (17 %)	
Planificación del proceso	12 (13 %)	6 (17 %)	
Observación	3 (3 %)	1 (3 %)	
Elaborar conclusiones	4 (4 %)	0 (0 %)	

5.3.2.1 Comunicación de la información

Dentro de los procedimientos que implicaban la *comunicación de la información* (28 en ESB y 12 en ESS), los libros de texto de los dos niveles (ESB y ESS) le otorgaron mayor relevancia a las actividades que tienen procedimientos de comunicación oral como la de intercambiar ideas, debatir, justificar y valorar (categoría *Discutir, debatir, opinar, justificar, argumentar, explicar*: 32 % ESB y 67 % ESS) (Tabla 5.6.), seguidas por aquellas que demandan el enunciado de *Palabras o frases* (32 % ESB y 17 % ESS), *Elaborar informes escritos* (20 % ESB y 8 % ESS) y *Construir tablas y gráficas* (4 %

ESB y 8 % ESS). La confección de esquemas y dibujos sólo se halló en los manuales de ESB (categoría *Murales, esquemas, dibujos y modelos*: 11 %). El test exacto de Fisher indicó que no hay asociación entre las variables analizadas entre en nivel de los LT y la inclusión de procedimientos para comunicación de la información (p -valor=0,246) (Tabla 5.6.).

Tabla 5.6. Número y porcentaje de procedimientos para comunicación de la información hallados en las actividades de los LT de ESB y ESS. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de procedimientos para comunicación de la información hallados en los LT de cada nivel educativo (ESB, n=28; ESS, n=12). 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 $p \leq 0,05$.

	ESB (n=28)	ESS (n=12)	p (Prueba de independencia χ^2)
Discutir, debatir, opinar, justificar, argumentar, explicar.	9 (32 %)	8 (67 %)	0,246 (a)
Murales, esquemas, dibujos y modelos.	3 (11 %)	0 (0 %)	
Palabras/frase.	9 (32 %)	2 (17 %)	
Elaborar informes, resúmenes.	6 (21 %)	1 (8 %)	
Construcción de tablas, gráficos.	1 (4 %)	1 (8 %)	

Ejemplos de procedimientos que demandan la comunicación de la información

Algunos ejemplos de procedimientos encontrados dentro de la categoría *Discutir, debatir, opinar, justificar, argumentar, explicar*, que involucra el intercambio de ideas, opiniones o debate son los hallados en ESB10, en el cual se les solicita, al tratar el control biológico de plagas, que “Pongan en común los resultados de su investigación con el resto de la clase. Entre todos, debatan cuáles son las ventajas y desventajas...” (p.225). Del mismo modo, en ESB18, se indica que, después de leer un texto y observar un vídeo sobre especies invasoras, respondan una serie de interrogantes y luego “comenten sus respuestas entre todos” (p. 147). En esta misma línea, en ESS3, se les pide que “Discutan acerca de los riesgos de la introducción de especies foráneas” (p. 49), después de tratar la interacción del ciervo colorado con especies autóctonas. También se encontraron actividades con procedimientos vinculados con las explicaciones, tales como: “...expliquen por qué se extinguen las especies en la actualidad” (ESB5, p.127). Igualmente hay muestras de este tipo en ESB10 “Expliquen cómo puede haber modificado el ecosistema original la aparición de una especie exótica” (p.228). Por su parte, los ejemplos relacionados con la justificación encontrados en los manuales de ESB son: “El jardín Botánico primitivo conserva árboles... [...]...algunos nativos de la

Argentina, como el lapacho rosado, quebracho colorado y palo borracho de flor rosada, y algunos exóticos como el ginkgo, olmos y eucaliptus ¿Crees que todas estas plantas requieren protección? Justifica tu respuesta” (ESB27, p.185).

En el LT ESS5 se halló también el pedido de justificación “¿El método elegido para eliminar el cactus invasor es compatible con el modelo de agricultura sustentable? Justifiquen la respuesta” (ESS5, p.254).

Respecto a la categoría *Elaborar informes, resúmenes*, da cuenta de este procedimiento lo hallado en ESB20, en el cual se presenta una actividad al final de un capítulo, en la que se propone la realización de un informe: “Redacten un informe con la información obtenida” (ESB20, p.92). Asimismo, en el texto ESS4, se les solicita a los estudiantes que elaboren un resumen: “Hace un breve resumen de los efectos que pueden tener las especies invasoras en un ecosistema” (ESS4, p. 208).

Por su parte, las actividades que implican la categoría *Palabras/frase*, que implica seleccionar información, completar frases o marcar las opciones correctas, también se encontraron en los LT. En ESB25 se presenta una actividad en la cual hay que seleccionar información, en este caso se solicita que marquen con una cruz la opción correcta. Del mismo modo, en los manuales de ESS se encontraron procedimientos de este tipo, tal es el caso de ESS10, en el que en una de las actividades se pide “Marcar las opciones correctas”.

Ejemplos de actividades en las que se propone la comunicación a través las categorías *Murales, esquemas, dibujos y modelos* y *Construcción de tablas y gráficos* se encuentran en el LT ESB24, en esta actividad se solicita a los estudiantes que construyan una tabla, también les piden que realicen un esquema (dibujo) del lugar elegido donde se realiza la actividad. Por su parte en el LT ESB30 se solicita la elaboración de un cartel o mural para compartir la información “...Luego, analicen las consecuencias de su introducción y preparen un afiche con la información que recabaron”. En el LT ESS4, se les solicita a los estudiantes que luego de buscar información acerca del estatus de un grupo de especies de plantas, se vuelque la información a una tabla propuesta en el LT. En una de las actividades halladas en el ESB1, al tratar la temática sobre la interacción trófica, se les propone a los estudiantes que realicen un modelo viviente de red alimentaria y luego les indican que: “Elijan ejemplos de causas artificiales que alteran ese ecosistema, por ejemplo, la introducción de especies exóticas o tala de bosques, los chicos de los eslabones afectados soltarán la lana o la cortarán con la tijera, según corresponda. Para cada alteración, deberán volver a armar la red” (p. 188).

Discusión de los procedimientos de comunicación de la información

En cuanto a los procedimientos promovidos por las actividades relativas a especies invasoras o invasiones biológicas de los libros de texto de ESB y ESS, se encontró que, el más utilizado en las actividades fue la *comunicación de la información*, resultados que coinciden con los hallados por Guerra Ramos y López Valentín (2011); Martínez Losada y García Barros, (2003); López Valentín y Guerra Ramos (2013) y Ruina (2019). Dentro de esta dimensión, los libros de ambos niveles le otorgaron mayor relevancia a las actividades que tienen procedimientos de comunicación oral como opinar y debatir. En este punto, es de interés destacar que estos procedimientos de intercambio de conocimientos, de resultados y puntos de vista, son centrales para la construcción del conocimiento científico tanto en el ámbito académico como en el aprendizaje escolar y están recomendados en el diseño curricular de primero y cuarto año de ESB; en estos se explicita, entre otros aportes, que los estudiantes podrán adoptar posturas críticas frente a los factores que inciden en la alteración de la dinámica de los ecosistemas. En este sentido, las actividades de debate benefician el razonamiento ya sea a favor o en contra de una idea, se ponen en juego valores y actitudes, y se toman decisiones al respecto. Urones, Escobar y Vaca (2013) destacan la importancia de intercambiar ideas entre los alumnos, ya que promueven el sustento de sus opiniones con evidencias y espíritu crítico. Según Martínez Losada y García Barros (2003), este procedimiento está vinculado con el desarrollo de actitudes sobre temas socio ambientales, que lleva al intercambio de ideas a través de la discusión. En concordancia con esto, Furman y de Podestá (2010) resaltan los debates como excelentes oportunidades para que los estudiantes que poseen participaciones periféricas durante las clases tengan un rol más protagónico. Otros autores (Borgnia, Benítez, Gozzi y Guichón, 2013), al referirse a la problemática de las invasiones biológicas, consideran que son tanto, un problema biológico como social, por lo que su tratamiento debe incluir la interacción con la comunidad y la evaluación de las opiniones y actitudes de las personas.

Por su parte, procedimientos que implican el desarrollo de habilidades cognitivas lingüísticas de mayor nivel como la justificación (Martínez Losada y García Barros, 2003), también se encontraron en las actividades de los dos grupos de LT. En este sentido, en los diseños curriculares se promueven la producción de textos (comunicación escrita) afines con temas biológicos en relación con diferentes propósitos comunicativos (e.g. justificar, argumentar o explicar) y para diferentes públicos (DGCyE, 2006, DGCyE 2010). La explicación también estuvo presente entre los procedimientos hallados en las

actividades. Explicar, en el sentido que proponen Jorba, Gómez y Prat (2000), implica dar razonamientos o argumentos estableciendo relaciones causales en el marco de las cuales las cuestiones explicadas adquieren sentido y llevan a comprender o a modificar un estado de conocimiento.

Las actividades que incluyen procedimientos que demandan la enunciación de palabras, frases o la selección de información fueron halladas en los dos grupos de textos en porcentajes similares; dichas actividades se encuentran asociadas a lo expresado en el texto y proponen a los alumnos la búsqueda de palabras, ideas o señalar marcando con una cruz o completando frases o esquemas en los que faltan palabras. Estos son resultados que coinciden con los hallados a partir del estudio realizado por Martínez Losada y García Barros (2003). Las preguntas a las que se recurre en estas actividades son identificadas por algunos autores (Pérez-Marín, Calurano-Tena, Marín-Aguilar, Esquivel-Marín y Bravo-Torija, 2019) como fácticas o de producto, ya que reproducen literalmente conceptos presentados previamente en el texto.

La comunicación escrita a través de la elaboración de informes y resúmenes fue un procedimiento que no presentó mayor relevancia en ambos grupos de libros de texto, aunque fue superior en los correspondientes a ESB. Estos resultados coinciden con los hallados por diversos autores en estudios previos (Gavidia y Cristerna, 2000; Martínez Losada y García Barros, 2003; Guerra Ramos y López Valentín, 2011). Sin embargo, la redacción de informes, que implican el aprendizaje y uso del lenguaje de la ciencia, son una parte esencial de la construcción de conocimiento, aspecto que ha sido destacado por referentes como Rosa Novalbos y Martínez-Aznar, (2019), entre otros.

Finalmente, en lo que respecta a los procedimientos implicados en la construcción de tablas y gráficas, los mismos estuvieron poco representados en las actividades analizadas en ambos grupos de manuales. Las actividades encontradas están direccionadas a volcar los registros de datos a una tabla que suministra el libro de texto. La elaboración de modelos estuvo presente sólo en actividades de los manuales de ESB, las que abordaban contenidos relacionados con cadenas y redes tróficas, en el tratamiento de las relaciones alimenticias que se establecen en un ecosistema. En el libro ESB1, en un grupo de actividades que se encuentran al final del capítulo que aborda las relaciones tróficas, se propone la realización de un juego de roles en el que se incluye el concepto de red trófica y en particular el rol de cada eslabón. Estas actividades son destacadas por Galera y Ocelli (2010), ya que fomentan la libertad de acción, el trabajo en equipo, la cooperación y construcción del conocimiento. En dicha actividad, los alumnos deben

partir de un ejemplo de una interacción trófica, en la que cada estudiante simboliza un eslabón de la red, vinculándose entre ellos a través de un ovillo de lana, que indica la relación que existe entre los integrantes de la red. Luego, y con el objeto de trabajar la idea de inestabilidad, se les indica que elijan ejemplos de especies exóticas que puedan incorporarse al ecosistema e indicar como afectarán a los eslabones. Este punto es interesante ya que se puede abordar la idea de inestabilidad del ecosistema y a partir de esta situación, discutir las acciones que el ser humano tiene sobre el ecosistema, tal como sostienen (Galera y Occelli, 2010).

De esta manera se evidencia que los procedimientos vinculados a la dimensión comunicativa fueron atendidos en los manuales tal como se sugiere en los diseños curriculares de los niveles y cursos analizados. En esta línea, estos documentos expresan que son variadas las instancias en las que los alumnos deben elaborar producciones escritas, ya sea para comunicar a otros lo que aprendieron, para describir un procedimiento, para realizar informes de observación o experimentación, para plantear un punto de vista propio y sostenerlo con argumentos, o para explicar hechos y observaciones utilizando los modelos estudiados (DGCyE, 2010).

5.3.2.2 Interpretación de la información

En relación a los procedimientos que implicaban la dimensión de *interpretación de la información* (17 en ESB y 5 en ESS), la mayoría de ellos (94 % ESB, $\chi^2=13,23$; $gl=1$; $p\text{-valor}=0,000$ y 80 % ESS, $\chi^2=1,8$; $gl=1$; $p\text{-valor}=0,180$) solicitan la interpretación de *Hechos, fenómenos y situaciones* (Tabla 5.7.), solo uno en ESB solicita la interpretación de *Datos numéricos o tablas* y otro en ESS la interpretación de *Gráficos*. Estos resultados permiten indicar la independencia que existe entre las variables nivel de los LT y la inclusión del procedimiento de búsqueda de la información (*Prueba exacta de Fisher, p-valor=0,411*).

Tabla 5.7. Número y porcentaje de procedimientos para interpretar la información hallados en las actividades de los LT ESB y ESS. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = n° de procedimientos para interpretar la información hallados en los LT de cada nivel educativo (ESB, n=17; ESS, n=5). *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 $p \leq 0,05$.

	ESB (n=17)	ESS (n=5)	<i>p</i> (Prueba de independencia χ^2)
Hechos, fenómenos, situaciones.	16 (94 %)	4 (80 %)	0,411(a)
Datos numéricos o tablas.	1(6 %)	0 (0 %)	
Gráficos.	0 (0 %)	1 (20 %)	

Ejemplos de procedimientos que demandan la interpretación de la información

Dentro de la categoría *Hechos, fenómenos, situaciones*, un ejemplo se halló en ESB1, en el que se presenta una lectura sobre la ardilla de vientre rojo y luego se formulan preguntas: “¿Qué significa que la especie esté en su etapa expansiva? ¿Este animal [ardilla de vientre rojo] es un invasor biológico? ¿Puede ser una amenaza para los ecosistemas pampeanos?”. Otro ejemplo es el encontrado en ESS17, en el cual se propone que después de observar un vídeo se respondan algunos interrogantes, como, por ejemplo: “¿Por qué creen que las redes de tráfico ilegal de animales suelen emplear para cazarlos, e incluso venderlos, a personas de escasos recursos?” (p.110).

La categoría que implican interpretar *Datos numéricos o tablas* se identificó en una actividad presente en el manual ESB12, en la que se muestra una tabla con datos que indican el crecimiento de los bosques en presencia y ausencia de una especie exótica (e.g., ligustro), y propone a los estudiantes: “...Los resultados que obtuvieron se muestran en la siguiente tabla; analízala cuidadosamente y luego responde las preguntas” (p. 189). Se trata de una actividad en la que los alumnos deben interpretar los resultados de un experimento que se relata en la consigna. Toda la información que se requiere para elaborar la respuesta está dada en la consigna, a través de un texto y de una tabla alfanumérica que organiza la información sobre el diseño experimental. Se analiza la incidencia de una especie exótica (e.g., ligustro) sobre las especies de aves y las características del ambiente.

En lo que se refiere a la categoría de interpretar *Gráficos*, en el LT ESS4, en una actividad que acompaña al texto principal, se muestra una gráfica de líneas con los cambios en la cobertura vegetal de un campo que dejó de cultivarse durante veinte años,

la actividad propone: “Según los gráficos. ¿Qué cobertura tuvieron las plantas exóticas en el último año? ¿Y las nativas?”.

Discusión de los procedimientos de interpretación de la información

Los procedimientos relacionados con la interpretación de información, que se hallaron en las actividades, se centran en situaciones, fenómenos o hechos, en tanto que la interpretación de datos y gráficos está prácticamente ausente en las obras analizadas; estos resultados coinciden con los encontrados por Martínez Losada y García Barros (2003) y Pérez y Meneses Villagrà (2020).

En general se trata de actividades que presentan el tema y luego plantean preguntas sobre lo desarrollado; es de destacar que generalmente se trata de situaciones contextualizadas en algún sitio de la Argentina y representan problemáticas puntuales. Es relevante destacar que en uno de los manuales de ESS (ESS17), luego de proponerles a los estudiantes la observación de un vídeo, se les pide que reflexionen acerca del tráfico ilegal de animales, este aspecto es relevante ya que no se analizan aspectos ecológicos de las especies, sino que son acciones que involucran al ser humano.

5.3.2.3 Buscar información

Del total de actividades de ESB que promueven el procedimiento de *buscar información*, el 63 % no indica en qué fuentes hacer la búsqueda, por ejemplo, da cuenta de esto lo hallado en ESB1 “averigua cuál es la especie protagonista de esta historia”. El 25 % de las actividades propone la búsqueda en internet y aporta una página web, tal es el caso de lo manifestado en ESB7 “Observen el vídeo titulado Castores, una plaga exótica en Tierra del Fuego” <https://goo.gl/gJX3AK>. Por su parte, el 12 % sugiere internet como lugar de búsqueda, pero no aporta ninguna vinculación, por ejemplo, en el LT ESB10 se indica “¿Por qué creen que se trajeron castores a Tierra del Fuego? Investiguen en internet acerca de estos motivos” (ESB10, p. 172).

En los manuales de ESS el porcentaje de actividades que no indican dónde buscar la información es similar al hallado en ESB, en este sentido, el 60 % de las actividades que fomentan la búsqueda de información que se encuentran en los LT de ESS no proponen ninguna opción de búsqueda electrónica (internet), un ejemplo de lo hallado en ESS4 indica: “Buscá información sobre las siguientes especies de plantas y clasificalas según su forma de vida (hierbas, arbustos y árboles) y origen (nativa y exótica): lenga, coirón, sorgo de alepo, flechilla, álamo, rosa mosqueta, diente de león, pino y jarilla”

(ESS4, p.210). El 40 % propone fuentes donde buscar, tal es el caso de ESS6 en el que se sugiere la exploración en libros de botánica, agricultura o jardinería “...averigüen si alguna [especie] es nativa o cultivada en la localidad en que ustedes viven (si no es en Capital Federal). Pueden consultar un libro de Botánica, una flora regional o una enciclopedia de Agricultura o de Jardinería” (p. 256). Por su parte en ESS17 se propone la búsqueda de información en un vídeo del cual se aporta la dirección electrónica.

Discusión de los procedimientos de buscar información

La búsqueda de información es una tarea muy frecuente en las clases de Ciencias Naturales y brinda oportunidades a los alumnos de conocer otras opiniones e interpretaciones que estimulen el planteamiento de dudas, curiosidades y la construcción de juicios argumentados (Hernández Carretero, Burgui, Velázquez de Castro, Corrales Vázquez, 2018). Este procedimiento estuvo representado en ambos grupos de manuales, resultados que concuerdan con los hallados por distintos autores (de Pro, 2009; Guerra Ramos y López Valentín, 2011 y Ruina, 2014), y ponen en evidencia, la importancia que le otorgan las editoriales a estas acciones, atendiendo a lo recomendado en los diseños curriculares para la Educación Secundaria, en los que se plantea que resulta de interés consultar diversas fuentes de información y contrastar las afirmaciones y los argumentos en las que se fundan, con las teorías científicas que den cuenta de los fenómenos involucrados (DGCyE, 2006, 2007). Es de destacar, y en coincidencia con Martínez Losada y García Barros (2003), que estas acciones son importantes para motivar y desarrollar el trabajo independiente, porque potencian distintas competencias, como comprender la comunicación, escoger lo principal, establecer relaciones y comparaciones, y al mismo tiempo desarrollar el análisis crítico que permite tomar decisiones.

En coincidencia con lo hallado por Laya-Iglesias y Martínez Losada (2019), la gran mayoría de las actividades que proponen la búsqueda de información no brindan indicaciones o lineamientos para realizarla (dónde y cómo hacerla). En este sentido De Pro (2009) señala que los estudiantes no sienten la necesidad de buscar información y que, si las actividades no se acompañan de una guía o sitios de internet donde buscar la información, el alumno no se sentirá motivado y se contentará con copiar y pegar los problemas sin reflexionar sobre ellos. En esta misma línea Furman y de Podestá (2010) sostienen que muchas veces los docentes les piden a sus estudiantes que investiguen sobre un tema, sin indicarles la fuente dónde buscar, de este modo, resulta difícil que los

alumnos puedan darse cuenta de la confiabilidad de la fuente y la búsqueda pierda sentido. Por este motivo resulta imperioso que los docentes puedan guiar en la búsqueda del material ya que, además, en muchas ocasiones, el material consultado repite lo expuesto en los manuales, perdiendo por parte del alumno la oportunidad de conocer nuevas opiniones e interpretaciones que estimulen el planteamiento de dudas, curiosidades y la construcción de juicios argumentados (Hernández Carretero, Burgui, Velázquez de Castro, Corrales Vázquez, 2018).

5.3.2.4 Organización de la información

Las editoriales analizadas incluyeron actividades que implican procedimientos que se vinculan con la *organización de la información* (15 % en SESB y 17 % en ESS), incluyeron las categorías *Ordenar y clasificar*, *Descripción simple*, *Establecer diferencias y semejanzas*, *Establecer relaciones e Identificar características*. Los resultados de las frecuencias halladas dentro de cada nivel educativo, no presentaron diferencias estadísticamente significativas con los valores esperados en ambos grupos de manuales (ESB, $\chi^2=3,14$; $gl=4$; $p\text{-valor}=0,534$; ESS, $\chi^2=3$; $gl=2$; $p\text{-valor}=0,223$). Del mismo modo, no hubo asociación entre los textos de los dos niveles educativos y la inclusión de estos procedimientos (*Prueba exacta de Fisher*; $p\text{-valor}=0,310$) (Tabla 5.9.).

Tabla 5.9. Número y porcentaje de procedimientos de organización de la información hallados en las actividades de los LT de ESB y ESS. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = nº de procedimientos de organización de la información hallados en los LT de cada nivel educativo (ESB, n=14; ESS, n=6). 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 $p \leq 0,05$.

	ESB (n=14)	ESS (n=6)	p (Prueba de independencia χ^2)
Descripción simple.	3 (21 %)	4 (67 %)	0,310(a)
Establecer relaciones.	3 (21 %)	0 (0 %)	
Ordenar y clasificar.	5 (36 %)	1 (17 %)	
Establecer diferencias y semejanzas.	2 (14 %)	0 (0 %)	
Identificar características.	1 (7 %)	1 (17 %)	

Ejemplos de procedimientos que demandan la organización de la información

La *Descripción simple* fue la categoría más numerosa dentro de los procedimientos de *Organizar la información* en las actividades presentes en LT de ESS (67 %), en tanto que en ESB fue del 21 %. Ejemplos relacionados con este procedimiento

fueron hallados en ESB1 (p.186): “... ¿este animal es un invasor biológico? ¿Qué significa que la especie está en su etapa expansiva?” Estas preguntas corresponden a una actividad que aborda el tema de ardilla de vientre rojo (*Callosciurus erythraeus*) y las respuestas a estos interrogantes pueden obtenerse en el texto que acompaña a la actividad. Por su parte, el manual ESS4, presenta una actividad al final de una lectura complementaria titulada “invasiones biológicas”, en la cual se plantea este tipo de procedimiento: “¿Todas las especies exóticas son invasoras?” (ESS4, p.208).

La categoría *Establecer relaciones* sólo se visualizó en libros de texto de ESB (21 %); da cuenta de ello lo hallado en el libro ESB27 (p.37), en una actividad de cierre del capítulo: “Las funciones vitales”, en la cual se les pide a los alumnos que escriban un párrafo en el que relacionen el texto que acaban de leer con la función de reproducción, y que mencionen en él los siguientes conceptos: reproducción asexual y continuidad de la especie. En el mismo libro de texto (ESB27), luego de presentar una situación problematizadora sobre la tenencia de mascotas, se pide a los alumnos que relacionen la historia narrada con ejemplos vistos en el capítulo “¿con qué ejemplos del capítulo podés relacionar esta historia?” (p. 187).

La categoría *Ordenar y clasificar* fue la que mayor frecuencia presentó en los LT de ESB (36 %), siendo más baja en los correspondientes a ESS (17 %); algunos ejemplos hallados proponen: “...clasificar los animales de venta legal e ilegal” (ESB8, p.155). Del mismo modo, en ESB10, se les pide que “Hagan una lista con, por lo menos, 15 seres vivos que habiten en el ambiente donde está la ciudad en la que viven ustedes. Clasifiquenlos en autóctonos y exóticos” (p.228). En ESB27, se les solicita a los estudiantes que elaboren un mapa conceptual que explique un conflicto presentado en el texto vinculado con la disminución del gato lince ibérico y los conejos europeos. Del mismo modo, en ESS4 se halló una actividad que presenta el procedimiento de clasificar: “Busca información sobre las siguientes especies de plantas y clasificalas según su forma de vida (hierbas, arbustos y árboles) y origen (nativa y exótica)” (p.210).

Las actividades que promueven la categoría *Establecer diferencias y semejanzas* estuvieron presentes sólo en ESB (14 %); algunos ejemplos de estos procedimientos son los hallados en ESB24; se trata de dos actividades propuestas para realizar fuera del aula, en una de ellas se pide que: “De las especies censadas, averigüen cuáles son nativas y cuáles introducidas y construyan un cuadro comparativo” (p.85). Otra de las actividades del mismo texto propone comparar resultados.

La categoría *Identificar características* fue mayor en ESS (17 %) que en ESB (7 %). El ejemplo hallado en el LT ESB24 propone averiguar las características de los animales y vegetales: “investiguen cuáles son las características que poseen las especies vegetales y animales de la región pampeana...” (ESB24, p. 179). Por su parte, en ESS12 se plantea “¿Cuáles son las características estructurales de la caña, por lo que se la considera planta invasora?” (ESS12, p. 140).

Discusión de los procedimientos de organización de la información

Para construir el conocimiento es necesario que los alumnos aprendan a organizar la información, ya que gran parte de la comprensión de los objetos de conocimiento está asociada a la posibilidad de ordenarlos, clasificarlos y pensarlos de una manera determinada. En general los libros analizados proponen actividades que demandan un grado de análisis muy simple por parte de los alumnos, como clasificar a las especies animales y vegetales en exóticas y nativas. Del mismo modo se propone que realicen comparaciones entre especies exóticas y nativas.

La descripción simple fue otro procedimiento hallado en los manuales de los dos grupos analizados. Se trata de actividades que se resuelven con la información proporcionada por el propio libro, en las que los estudiantes deben localizar la información y responder los interrogantes, y tal como sostienen Martínez Losada y García Barros (2003) conducen a la memorización de hechos y datos; en el mismo sentido Urones *et al.* (2013) señalan que estas actividades, no desarrollan casi las destrezas mentales de las ciencias, ni favorecen la creatividad. Al igual que lo hallado por Martínez Losada y García Barros (2003), el establecimiento de relaciones y la identificación de características, no fueron procedimientos muy utilizados por las editoriales.

5.3.2.5 Planificación del proceso

Las editoriales analizadas también contuvieron actividades que implican los procedimientos que se vinculan con la *planificación del proceso* (13 % en SESB y 17 % en ESS), incluyeron las categorías *Emisión de hipótesis, inferir, deducir, predecir y Gestión, diseño de propuestas*. Los resultados no muestran asociación entre los textos de los dos niveles educativos y la inclusión de estos procedimientos (*Prueba exacta de Fisher; p-valor=0,06*). Ninguna actividad incluyó un procedimiento relacionado con la categoría *Identificación o control de variables*.

Tabla 5.8. Número y porcentaje de procedimientos de planificación hallados en las actividades de los LT de ESB y ESS. ESB: Educación Secundaria Básica, ESS: Educación Secundaria Superior. n = nº de procedimientos de planificación hallados en los LT de cada nivel educativo (ESB, n=12; ESS, n=6). 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 $p \leq 0,05$.

	ESB (n=12)	ESS (n=6)	p (Prueba de independencia χ^2)
Emisión de hipótesis, inferir, deducir, predecir.	6 (50 %)	6 (100 %)	0,06(a)
Gestión, diseño de propuestas.	6 (50 %)	0 (0 %)	
Identificación o control de variables.	0 (0 %)	0 (0 %)	

En los manuales de ESS sólo se encontraron procedimientos relacionados con *inferir* y *predecir*, en cambio en los LT de ESB, estos procedimientos ocuparon el 50 % de las actividades de planificación y el mismo porcentaje las de *gestión* y *diseño de propuestas*. (planteo de posibles soluciones y ejecución de acciones).

Ejemplos de procedimientos que demandan la planificación del proceso

Un ejemplo de actividad de la categoría *Emisión de hipótesis, inferir, deducir, predecir* se observa en el LT ESB3, en la cual se desarrolla una introducción sobre la invasión de castores en Tierra del Fuego (Argentina) y luego se pide a los estudiantes que: "...piensen que sucederá con los pájaros y demás seres vivos que se alimentan de frutos y hojas de lengas y guindos". Del mismo modo, en el manual ESB22 (p. 261), en una actividad ubicada al final del capítulo, donde se desarrollan los temas sobre las relaciones tróficas, se propone una tarea en la cual deben realizar la lectura de un texto sobre diversas especies exóticas introducidas en la Patagonia Argentina, para lo cual se presenta una hipótesis que dice "La introducción de especies exóticas altera las redes tróficas de los ecosistemas nativos", luego se realiza la pregunta "¿crees que es posible aceptar la hipótesis planteada? ¿Qué nueva hipótesis formularías?".

Por su parte, el manual ESS15, contiene una actividad en la cual los alumnos deben indicar "cómo podría verse afectada una red alimentaria con la introducción de una especie vegetal exótica" (p. 143).

Dentro de la categoría *Gestión, diseño de propuestas*, solo presente en los manuales de ESB, se distinguen acciones que están relacionadas con pensar y proponer iniciativas para propiciar un cambio, para resolver un problema frente a una situación dada. Un ejemplo de lo hallado se observa en la actividad presente en ESB10, en la que, frente a la problemática de la invasión de castores en Tierra del Fuego (Argentina), se les pregunta a los estudiantes: "¿Qué soluciones se les ocurren para este caso?" (p.172). Por

su parte, en el manual ESB18, en una actividad en la que se propone observar un vídeo sobre invasiones de plantas y pérdida de biodiversidad se les pide a los alumnos que indiquen “¿Qué acciones individuales y colectivas se podrían realizar para prevenir esa situación?” (p.147). Del mismo modo, en una actividad presente en el texto ESB20, en el que se analizan las especies exóticas que hay en Argentina y el riesgo que estas presentan para el ambiente en general y las especies autóctonas en particular, se solicita a los estudiantes que “propongan posibles soluciones al problema que identificaron a partir de lo investigado” (p.92).

Discusión de los procedimientos de planificación de la información

En lo concerniente a la planificación de la información, los procedimientos que implican la realización de inferencias, predicciones y emisión de hipótesis no estuvieron muy representados en las actividades de los dos grupos de manuales analizados. Esta carencia debe señalarse ya que, el planteo de presunciones implica anticipar lo que ocurre cuando se relacionan ciertas variables, además demanda la puesta en acción de los saberes de los alumnos para la resolución de una situación problemática. Otros autores han encontrado resultados similares en libros de texto de Educación Primaria, ellos señalan que no se les pide a los estudiantes que hagan predicciones sobre la base de un conjunto de observaciones, sino por el contrario, se les pide que apliquen la teoría para responder a distintas cuestiones que el libro plantea (Urones *et al.*, 2013). De este modo, Roca Tort y Márquez (2005) señalan que la enseñanza de teorías o modelos científicos tiene sentido siempre que promuevan la adquisición de competencias que posibiliten el planteo de soluciones a los nuevos problemas, predecir las consecuencias de determinadas conductas, tener criterios para opinar y tomar postura frente a los debates de la sociedad. Estas consideraciones están recomendadas en los diseños curriculares, donde se deja claramente explicitada la implementación actividades de solución de problemas; los documentos señalan que serán situaciones abiertas donde sea posible detectar un problema, interpretar un fenómeno, explicarlo, predecir el resultado, sacar conclusiones, buscar aplicaciones en la vida cotidiana y proponer alternativas, entre otros (DGCyE, 2006). Es de destacar que las actividades encontradas en este trabajo, presentan ejemplos de especies introducidas en Argentina, hallazgos que difieren con lo expresado por Montañés Bayonas y Jaén García (2015), quienes encontraron que las actividades excepcionalmente están contextualizadas, de modo tal que se acerquen a situaciones cercanas a los alumnos.

Por otro lado, hay que señalar que, si bien no es frecuente, es auspicioso el hallazgo que algunos textos fomenten la responsabilidad, el compromiso personal y el diseño y ejecución de acciones, el que estuvo presente sólo en las actividades de los manuales de ESB. En esta línea, Roca Tort y Márquez (2005) indican que las preguntas que refieren a las acciones que se pueden realizar para producir un cambio o para resolver un problema, son denominadas de gestión; así, el planteo de conjeturas o hipótesis exige que el alumno ponga en acción los conocimientos apropiados para la resolución de una situación, planteando alternativas de solución que puedan ser corroboradas o descartadas a partir de los elementos de la práctica experimental o de la búsqueda bibliográfica (DGCyE, 2006). Los procedimientos hallados en las actividades, incluyeron una descripción de una determinada situación y luego se les planteaban interrogantes tales como ¿Qué soluciones se les ocurren para este caso? ¿Qué acciones individuales y colectivas se podrían realizar para prevenir esa situación? Tal como señala Torres Merchán (2011), la importancia radica en que los estudiantes pueden comprender que cualquier tipo de decisión individual tiene implicaciones sociales, y es aquí donde se puede ver un mayor interés en una educación por actitudes y valores, lo cual requiere un compromiso serio por parte de todas las comunidades (ciudadanos, consumidores, profesionales) para afrontar las problemáticas ambientales.

5.3.2.6 Observación

El procedimiento de *observación*, que estuvo presente en las actividades de los dos niveles educativos con la misma frecuencia (3 %), fue mayoritariamente de observación *indirecta*, a través de vídeos, gráficos, etc. Tal es el caso de lo hallado en ESB7 donde se les pide a los estudiantes que: “Observen el vídeo titulado “Castores, una plaga exótica en Tierra del Fuego” (p. 37); además, en el LT ESS4 (p. 204), en una actividad que forma parte del texto principal y que trata sobre las sucesiones ecológicas, se solicita la observación de una gráfica “Según los gráficos. ¿qué cobertura tuvieron las plantas exóticas en el último año? ¿y las nativas?” Solo se halló un ejemplo (ESB24) en el cual se solicitaba a los estudiantes la observación *directa* de especies de animales y plantas durante un trabajo de campo.

Discusión

La observación es una competencia básica que implica mucho más que mirar, por lo que enseñar a observar requiere guiar a los estudiantes a poner el foco en los aspectos

más relevantes del fenómeno que tienen ante sus ojos (Furman y de Podestá, 2010). Este procedimiento no tuvo mucha presencia en las actividades analizadas. Aquellas que se proponen en los manuales de ambos grupos están enfocadas a observar lo que el manual presenta en sus páginas y, en menor medida, en medios audiovisuales. Estos resultados son similares a los hallados por Urones, Escobar y Vaca (2013). La observación directa y el registro de datos sobre animales y plantas se evidencia en una actividad de campo, en esta se promueve la observación cuantitativa de las especies. Resulta llamativo la baja frecuencia de estas actividades, ya que la presencia de ellas promueven el contacto directo de los estudiantes con los seres vivos en su ambiente natural, lo que favorecen el desarrollo de actitudes como la curiosidad, que son importantes en la educación científica y que no se logran a través de una observación incidental (Martínez Losada y García Barros, 2003).

5.3.2.7 Elaboración de conclusiones

El procedimiento que implica elaborar conclusiones a partir de la información analizada, que solo estuvo presente en las actividades de ESSB (4 %), se puede observar en lo hallado en una actividad del LT ESB10, en esta, luego de abordar el control biológico de plagas les piden que "... escriban las conclusiones a las que llegaron en sus carpetas" (p.225). Del mismo modo, en ESB24, al tratar la invasión de castores en Tierra del Fuego (Argentina), les solicitan que "Elaboren las conclusiones en sus carpetas siguiendo el esquema modelo" (p.153).

Discusión

La elaboración de conclusiones tampoco fue un procedimiento que se haya encontrado con mucha frecuencia en las actividades analizadas de ESB y fue nula la presencia en ESS. Estos resultados son coincidentes con los hallados por otros autores en cuyos estudios las actividades que proponían la elaboración de conclusiones fue baja (Guerra Ramos y López Valentín, 2011; Pérez y Meneses Villagrá, 2020; López Valentín y Guerra Ramos, 2013).

5.3.3 Implicaciones de presencia de actividades en los libros de texto

Resulta de interés que, en los textos educativos, se presenten actividades que lleven a promover la participación de los estudiantes, ya sea de manera individual o

colectiva, tanto en la gestión, planificación y toma de decisiones, así como en la búsqueda de alternativas y mejoras del entorno, contribuyendo a cambiar hacia un modelo de sociedad más sostenible desde el punto de vista ambiental (Montañés Bayonas y Jaén García, 2015). Tal como señalan estos autores, el desarrollo de estas actitudes no parece ser uno de los objetivos principales de los libros de texto, sin embargo, si se considera que en este trabajo sólo se buscan actividades concretas sobre especies exóticas y bioinvasiones, que constituyen una problemática ambiental, es importante destacar la presencia de estos procedimientos en los manuales de ambos grupos, principalmente en los de ESB, ya que se favorece la asunción de responsabilidades que se traduzcan en un cambio de actitudes hacia un comportamiento más respetuoso con el medio ambiente, lo que es fundamental si se pretende que la acción educativa sea exitosa. En este sentido, Álvarez y Rivarosa (2000) sostienen que en las problemáticas ambientales subyace una hipótesis oculta, que sostiene que la solución de estos problemas está en las personas que gobiernan, que toman decisiones o planifican estrategias.

Los resultados obtenidos indican que los LT analizados incorporan actividades relacionadas con la temática de las especies exóticas y las invasiones biológicas, en ellas se destaca que las actividades clásicas de laboratorio o experimentales no se presentan en el cuerpo de planteos analizados, tal vez por tratarse de nociones que requieren de un abordaje didáctico diferente; sin embargo, en algunas de ellas se observan propuestas que desafían a los estudiantes a dar predicciones y propuestas sobre cómo solucionar situaciones concretas, referidas a algún ejemplo de introducción de especies en la Argentina. Esta modalidad resulta de interés dado que, a partir de su formulación se estimula a los estudiantes a expresar sus posturas individuales y ponerlas en debate; en este sentido resultan movilizadoras ya que, los alumnos deben tomar posición respecto a la noción que se discute para realizar las predicciones solicitadas o fundamentar sus propuestas personales.

Además, la mayoría de las actividades analizadas vinculan a las especies exóticas con acciones netamente ecológicas, en las cuales los estudiantes deben indicar cuáles serían las consecuencias o cómo se podría alterar una cadena alimentaria por la introducción de una especie exótica; del mismo modo ocurre cuando se les propone a los alumnos debatir o discutir. Si bien es interesante la inclusión de actividades que aborden esta temática, sería útil también que, las mismas se puedan enmarcar dentro de problemáticas ambientales socialmente relevantes como son las bioinvasiones, con el objetivo de generar espacios donde los alumnos se involucren y comprometan

activamente. Como ya se ha expresado en el marco de este trabajo de tesis, resulta sustantivo incorporar en el aula el trabajo con problemáticas reales que tienen incidencia en la vida cotidiana, problemas con los que posiblemente, en algún momento, los estudiantes se verán involucrados, ya sea en forma individual o grupal como integrantes de la sociedad.

En este contexto, las bioinvasiones resultan dilemáticas, ya que se establecen como situaciones sobre las que la población estudiantil puede manifestarse y tomar decisiones. Así, resultan controversias sociocientíficas en las cuales convergen contenidos científicos o con fuertes vínculos con la ciencia, con otros no científicos y de índole social, como son los relativos a las dimensiones política, económica, cultural y ética. Estas cuestiones controversiales comprenden un campo rico de trabajo a partir de actividades que pueden proponerse a los estudiantes buscando que los mismos movilicen saberes de diferente naturaleza. En este sentido, si bien el tratamiento de esta problemática está contemplado en los diseños curriculares, en general no se muestra la estrecha relación existente entre la problemática asociada a las especies exóticas invasoras y la acción humana; por el contrario, la misma se establece en relación a los contenidos relacionados con la dinámica del ecosistema, las relaciones tróficas y el estudio y conservación de la biodiversidad. De este modo, se desaprovecha la oportunidad de estudiar las invasiones biológicas vinculadas a una problemática real y controversial, perdiéndose así el potencial didáctico que representan ciertas actividades o situaciones que se proponen a los estudiantes para el debate; aquí tal vez el foco debería ponerse en el tipo de preguntas que se le formulan, que en general suelen estar centradas en la búsqueda de respuestas vinculadas a los efectos o la incidencia sobre un ecosistema. Debería tal vez pensarse en enunciar preguntas más abiertas, que induzcan al estudiante a expresar respuestas más amplias, que promuevan un pensamiento a largo plazo y que sitúen, y orienten al lector hacia el análisis de la situación problemática que se le plantea, pero desde diferentes dimensiones (económica, social y cultural). De este modo, a partir de la misma actividad que se les plantea pero cambiando el eje de las preguntas, las implicancias didácticas de la actividad serían otras, dado que aportarían, a modo de andamios, hacia la consecución de aprendizajes más integrales, promotores de visiones no parciales de estos tipos de situaciones dilemáticas o controversiales a las que se hace referencia, promotores así, de visiones holísticas.

6. CONCLUSIONES E IMPLICACIONES EN EDUCACIÓN

Los cuestionamientos iniciales en forma de preguntas que luego se plasmaron en los objetivos de la presente investigación estuvieron respaldados por un sustento teórico (Marco Teórico), que se elaboró a partir de la consulta a diversos referentes a través de los cuales se conformó un soporte vinculado al conocimiento del estado actual del tema, que fue el apoyo desde el que se desplegó y encauzó el estudio. Esto permitió que se definiera el enfoque metodológico más adecuado y se tomaran decisiones en función de ello, al mismo tiempo que se resolvieron y delinearon los instrumentos considerados más adecuados a emplear para explorar el abordaje en los libros de texto destinados al nivel de Educación Secundaria, en la que se abordan los temas objeto de análisis. A su vez, el producto del trabajo y su discusión se dieron a conocer siguiendo la estructura definida para el proceso investigativo, y allí se describieron en forma exhaustiva los hallazgos de la investigación. El análisis, comprensión, interpretación y diálogo con otros autores permitió otorgar significado a los resultados, que es el espacio donde se despliega el proceso de discusión de esta tesis.

En este último apartado se dan a conocer algunas interpretaciones y desenlaces que emanan del estudio, en forma de conclusiones. También se presentan sugerencias que podrían resultar útiles para la enseñanza de estos temas si son tomadas en cuenta al elaborarse nuevas ediciones de libros de texto. Además, se dan a conocer las líneas prospectivas que quedan abiertas para futuras investigaciones. Por otra parte, en este espacio se realiza una reseña donde se recuperan las dimensiones de análisis que orientaron el trabajo y los objetivos expuestos inicialmente, puntualizando en las principales derivaciones en cada caso. Por otra parte, se destacan, de modo sintético, las principales aportaciones de la investigación. Finalmente, se identifican las posibles contribuciones para otras investigaciones o áreas de conocimiento, y futuras líneas de investigación apoyadas en los resultados obtenidos.

Así, el desarrollo de la investigación ha permitido *conocer cómo se desarrollan los contenidos textuales y gráficos sobre especies exóticas e invasiones biológicas en libros de texto del área de Ciencias Naturales y Biología de la Escuela Secundaria Básica (ESB) y la Escuela Secundaria Superior (ESS) de la provincia de Buenos Aires, Argentina* (objetivo general planteado). Los resultados permiten inferir las siguientes conclusiones en relación a los objetivos específicos planteados:

Conclusiones vinculadas al contenido general sobre especies exóticas e invasiones biológicas presentes en los LT de ESB y ESS

En relación al marco *conceptual en que las temáticas relacionadas a las especies exóticas e invasiones biológicas son abordadas en los libros de texto destinados a la Enseñanza Secundaria (OE1)* los resultados permiten concluir que, en todos los libros de texto analizados se tratan los conceptos de especie exótica e invasiones biológicas principalmente en los capítulos que abordan aspectos ecológicos, tales como ecosistemas e interacciones alimentarias, aunque el abordaje se realiza en diversos capítulos y, en general, no se aborda de manera individual, sino que se hace formando parte de otras temáticas. En el caso de los LT correspondientes al nivel ESB, los espacios en los que se desarrollan son los correspondientes a las relaciones tróficas y la conservación de la biodiversidad. Puntualmente se produce al presentar los contenidos vinculados a las interacciones entre los organismos, la alteración de las cadenas y redes tróficas, la competencia con especies nativas, la caza y tráfico de animales como mascotas y la extinción de especies. En los LT de ESS el marco conceptual es similar, ya que los temas sobre especies exóticas y bioinvasiones son desarrollados al tratar temas ecológicos, como los que abordan la sucesión ecológica, los agroecosistemas y la protección del ambiente. Partiendo de estas observaciones se podría inferir que, aunque el contenido sobre especies exóticas e invasiones biológicas no está mencionado explícitamente en los diseños curriculares oficiales, su presencia en los LT resulta de interés en el sentido de que las editoriales le otorgan un espacio en sus ediciones, sin embargo sería deseable que, por la relevancia que poseen la invasiones biológicas en el contexto actual, su tratamiento no sea abordado sólo como un factor de cambio que altera las interacciones tróficas, sino como una problemática compleja con dimensión ambiental, social, económica y cultural.

En cuanto a los *formatos (texto, imágenes y actividades) en que se presentan los temas de las invasiones biológicas y las especies exóticas en los LT (OE2)*, se concluye que en los libros de texto de ESB y ESS se incluyen los temas de las especies exóticas e

invasiones biológicas mayoritariamente bajo la forma de texto expositivo, aunque la presencia de imágenes y actividades también son relevantes. En este sentido, más de la mitad de los LT de los dos niveles analizados utiliza la combinación de los tres formatos, característica destacable dado que las decisiones editoriales podrían estar considerando esta opción como un formato favorable para propiciar la comprensión de estas temáticas.

Respecto a la *jerarquía textual (texto principal, lectura complementaria y paratextos o textos auxiliares)* utilizada por los LT para el tratamiento de las EE e IB (OE3), se concluye que las editoriales han desarrollado estos conceptos mayoritariamente en el texto principal del capítulo, aunque también utilizaron lecturas complementarias y paratextos. Ello resulta una muestra de que, si bien la utilización de varias jerarquías textuales puede favorecer el desarrollo del tema, el lugar que ocupa en el texto principal tal vez resulte una señal para docentes y estudiantes acerca de la relevancia que los autores le otorgan a este contenido, identificándolo como el saber legitimado a estudiar. De todos modos, sería importante que los LT incorporen también lecturas complementarias con información teórica vinculada a la expuesta en la teoría del texto principal, en la que se pueda profundizar sobre el tema.

En relación a las *definiciones relacionadas con especies exóticas, nativas y las invasiones biológicas que se presentan en los libros de texto* (OE4), de los resultados obtenidos se puede concluir que, no se han identificado diferencias en cuanto al tratamiento de los conceptos especie exótica, nativa e invasión biológica en los dos niveles educativos analizados (ESB y ESS). Así, los LT, en general, no aportaron definiciones sobre especie nativa o autóctona, y que menos, de la mitad de los LT, de los dos niveles educativos, incluyeron definiciones sobre especies exóticas e invasiones biológicas; lo que permite señalar que en muchas de las obras se trabaja con conceptos que no se definen. En lo concerniente a especie exótica, las definiciones: i) implican simplificaciones del concepto, tales como las que refieren a especies que se encuentran fuera de su área natural de distribución, o aquellas en las que se la utiliza como sinónimo de foráneo o de especie invasora; ii) o son definiciones construidas en oposición al término que se pretendía definir, como, por ejemplo, las que señalan que una especie exótica es una especie no autóctona. Las definiciones de invasiones biológicas son más diversas, aunque en algunas también se observa una simplificación del proceso asociándolo sólo a los animales; en otros casos son expresiones que hacen mención a distintos aspectos del proceso de invasión; o se refieren a la combinación del crecimiento poblacional de una especie exótica y el impacto ambiental que esta provoca. Si bien estas

características, vinculadas a simplificaciones o diversidad de términos que se utilizan como sinónimos son compartidas con la literatura científica sobre biología de las invasiones, sería adecuado que en los LT se incorporen definiciones claras, en las cuales se aluda al criterio en el cual se basan.

En concreto, la inclusión de definiciones en los textos resulta necesaria dado que su ausencia podría generar interpretaciones y comprensiones inadecuadas que obstaculicen los aprendizajes. Por lo tanto, las definiciones estandarizadas y claramente enunciadas colaborarían con una comprensión más eficiente sobre esta temática. Además, este silencio en relación a los conceptos que no están explicitados en los textos podría situarse como una barrera para la comprensión, o contribuir a formar ideas inadecuadas, estableciéndose, así, esta ausencia conceptual como un posible obstáculo de aprendizaje.

En cuanto al objetivo vinculado a *la terminología empleada por los LT para referirse a las especies exóticas e invasiones biológicas* (OE5), los LT de los dos niveles educativos incluyen una gran cantidad de términos que son utilizados como sinónimos para referirse a las especies exóticas e invasiones biológicas. Esta situación podría instalarse como una fuente de dificultades para el logro de una conceptualización adecuada que se ajuste con el conocimiento científico de referencia. Por esto, sería deseable que las editoriales productoras de textos escolares tengan una uniformidad de criterios respecto al uso de la terminología que se presentan, en este caso particular, al referirse a las invasiones biológicas.

En relación a *la complejidad con la que se aborda el proceso de invasión biológica en los LT analizados* (OE6), y teniendo en cuenta que la complejidad presentada en los LT está vinculada con la cantidad de categorías del proceso de invasión biológica empleadas en ellos, se puede concluir que, menos de la mitad de los LT emplean de forma conjunta los aspectos vinculados con la introducción, las características de la especie, del ecosistema y los tres tipos de impacto producidos. Así mismo, en la transposición didáctica realizada se observa un nivel de complejidad similar en ambos niveles, característica que, al menos, resulta llamativa, dado que un mayor abordaje en los textos destinados a niveles superiores, resulta una expectativa lógica al respecto. En este sentido, podría esperarse que los textos producidos por las editoriales, y cuya finalidad es que sean utilizados en los cursos superiores de la escuela secundaria, otorgaran un tratamiento más complejo y profundo al contenido en cuestión, a diferencia de aquellos que se destinan a los cursos inferiores.

Los LT de ambos niveles educativos tratan de forma similar las categorías del proceso de invasión biológica. Así, en los dos grupos de textos, se hace referencia mayoritariamente a la introducción voluntaria de especies exóticas, mientras que la introducción involuntaria tiene una presencia significativamente baja. La introducción voluntaria la relacionan, fundamentalmente, con el comercio ilegal, además de con actividades forestales, agrícolas y ganaderas. La presencia de este aspecto en los LT es de relevancia, ya que el comercio ilegal internacional de biodiversidad constituye una amenaza global para su conservación, debido a que actúa como una entrada potencial de especies exóticas invasoras. Respecto a la ausencia de referencia a la introducción involuntaria, sería necesario que, se incorporen más ejemplos vinculados con esta forma de introducción, ya que, al producirse de forma ajena a la voluntad del ser humano, en general no es percibida como vector y, por lo tanto, no se repara en ella, tal como ocurre con el agua de lastre de los barcos, que es uno de los vectores más importantes en el ingreso de especies exóticas.

Los aspectos intrínsecos de la especie (invasividad) se encuentran presentes en los LT con mayor ocurrencia que los relacionados con la susceptibilidad del ambiente (invasibilidad) a ser invadido, siendo los aspectos más relevantes aquellos que aluden a las características reproductivas de la especie exótica invasora. En cuanto a las características propias del ambiente, los LT refieren principalmente a diferentes factores bióticos, siendo la ausencia de depredadores naturales y la disponibilidad de alimento las más preponderantes. En este sentido, sería importante que cuando en los LT se haga referencia a estas características, se indique claramente que las mismas corresponden a cuestiones diferentes dentro del proceso de invasión, ya que, tal como se las presenta, puede resultar conflictivo para los estudiantes construir una idea clara sobre estos aspectos sustanciales de las invasiones biológicas.

En cuanto al impacto que ocasionan las especies exóticas invasoras, el ecológico es el que mayor presencia tiene en los LT de ambos niveles educativos, siendo escasas las referencias tanto al impacto económico como sanitario. Dentro del impacto ecológico, la subcategoría que implica la competencia, desplazamiento y extinción de las especies nativas fue la más relevante, resultado que pone de manifiesto que las especies son las que, fundamentalmente se ven afectadas. Esta particularidad acompaña la idea de considerar en mayor medida al componente específico de la biodiversidad y ubicar en el centro de la escena a la especie como foco de la pérdida de biodiversidad. Si bien las bioinvasiones tienen consecuencias sobre los ecosistemas naturales, también son

relevantes el impacto económico y el sanitario, quedando en evidencia la falta de reconocimiento de las editoriales acerca de los diferentes impactos que pueden ocasionar las invasiones biológicas.

En lo concerniente a *los ejemplos utilizados en relación a las especies exóticas e invasiones biológicas* (OE7) se puede concluir que la mayoría de los LT incluyen ejemplos cuando tratan la temática, siendo el grupo de los mamíferos el que presenta mayor relevancia seguido por las plantas. Así mismo, en la mayoría de los ejemplos citados se indica el sitio de introducción, siendo la Patagonia Argentina la ubicación de especies introducidas mayoritariamente referida en los libros de texto. Se presentan, además, ejemplos clásicos de distintas especies introducidas fuera del territorio argentino y que constituyen invasiones reconocidas a nivel mundial por el impacto que han generado. Un aspecto que se destaca en las ejemplificaciones, corresponde a la interacción entre la especie exótica invasora y la que se ve afectada directamente; esto constituye un dato interesante ya que, si bien en la biología de las invasiones existen interacciones directas con las especies nativas, en general el impacto ocasionado involucra mucho más que una sola especie, por lo que la inclusión de este tipo de ejemplos puede reforzar la idea de que las invasiones biológicas impactan solamente sobre las especies nativas, reduciendo aún más el impacto de las IB.

Los LT incluyen también ejemplos de invasiones causadas por especies nativas, si bien la literatura correspondiente a las invasiones biológicas contempla la invasión producida por estas especies, resulta necesario que en los textos que se presentan los ejemplos se aclare el estatus de las especies ejemplificadas, la simple denominación de “invasora” o “invasión” puede generar confusión en los estudiantes promoviendo la asociación con una especie exótica invasora. Por este motivo, sería recomendable que en las obras se incluya la condición de nativas de estas especies cuando son utilizadas como ejemplo en este contexto.

Sobre *las acciones de manejo que se proponen en los LT para las EE y las IB* (OE8), los resultados permiten concluir que el contenido destinado a estas acciones de manejo es escaso, en este sentido, menos de la mitad de los LT las desarrollaron en sus páginas visibilizando algunas medidas de prevención y de control. Esto permite poner en valor diferentes acciones individuales tendientes a prevenir la introducción de especies exóticas, como por ejemplo la tenencia responsable de mascotas. Sería recomendable que las editoriales incluyan material que permita que los estudiantes puedan discutir acerca del comercio ilegal y la liberación de mascotas. Esto, posiblemente resulte un aporte hacia

la toma de conciencia acerca de los riesgos de las introducciones negligentes en relación a la falta de consideración que tienen las personas sobre diferentes actividades que desarrollan.

En lo que respecta a *la presencia de inconsistencias y contradicciones que presentan los textos al tratar los temas de especies exóticas e invasiones biológicas* (OE9), ambos niveles educativos presentan información compatible con los saberes científicos de referencia, aunque no significa que en todos ellos se realice una conceptualización acabada del tema. Sin embargo, en algunos LT se encuentra información inconsistente o contradictoria. Desde el punto de vista didáctico, la presencia de inconsistencias en los LT resulta de interés, ya que el docente puede proponer actividades de búsqueda de posibles errores en un texto, estimulando la utilización de los errores como parte de un proceso de construcción de significados, cuestionando, además la presumida ausencia de errores de los libros de texto.

Contraste de la Hipótesis 1 (H1): *Los LT de los niveles educativos ESB y ESS realizan un tratamiento diferencial sobre las especies exóticas y las invasiones biológicas.*

Los resultados obtenidos permiten confirmar que no se acepta la hipótesis planteada ya que no se observan diferencias significativas en el tratamiento sobre las especies exóticas y las invasiones biológicas en los LT de ambos niveles educativos analizados.

Conclusiones vinculadas a las imágenes sobre especies exóticas e invasiones biológicas presentes en los LT de ESB y ESS

Como conclusiones del análisis de las imágenes (OE10: *Caracterizar las imágenes incluidas en los LT sobre especies exóticas e invasiones biológicas*) 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 baja presencia de referencias a plantas e invertebrados, 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 textos incluyeron de forma mayoritaria las de tipo complementaria, es decir, aquellas que en las que sus etiquetas verbales contienen información que no ha sido mencionado 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 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; también para los docentes, como fuentes de oportunidades didácticas que les permitan diseñar y poner en práctica propuestas para el aula, recurriendo a diferentes abordajes sobre esta temática.

Contraste de la Hipótesis 2 (H2): *Las características de las imágenes sobre especies exóticas e invasiones biológicas difieren según el nivel educativo de los LT.*

Los resultados permiten confirmar que la hipótesis planteada se acepta parcialmente ya que, se observa asociación entre las variables en relación al grado de iconicidad y la relación con el texto principal de las imágenes halladas en los dos grupos de LT, pero existe independencia para el resto de las variables analizadas.

Conclusiones vinculadas a las actividades sobre especies exóticas e invasiones biológicas presentes en los LT de ESB y ESS

Los libros de texto analizados en este trabajo incluyen una cantidad importante de actividades al abordar la temática de las especies exóticas y las invasiones biológicas (OE12: *Caracterizar las actividades que involucran a las especies exóticas e invasiones biológicas propuestas en los libros de texto*), prevaleciendo aquellas localizadas al final del capítulo a modo de revisión de los temas y las de resolución individual por sobre las grupales.

Las editoriales proponen actividades que permiten el desarrollo de procedimientos, entre los que principalmente están los vinculados con la comunicación de la información; dentro de estos, los libros de ambos niveles le otorgaron mayor relevancia a las actividades que proponen la opinión, el debate, la justificación y argumentación. En este sentido, resulta importante enfatizar que la inclusión de estos procedimientos vinculados con la comunicación de la información, ponen en juego valores y actitudes, promueven el intercambio de puntos de vista y la adopción de posturas críticas frente a determinadas situaciones, como por ejemplo las vinculadas con las invasiones biológicas, y, además, resultan nodales en la construcción del conocimiento, tal como se recomienda en los diseños curriculares. Sería recomendable que las editoriales incorporen otras actividades que promuevan la comunicación escrita, tales como la esquematización o elaboración de informes, entre otras, procedimientos que están explícitamente indicados en los diseños curriculares de los niveles y cursos analizados.

En menor medida se hallaron procedimientos que favorecen la interpretación, búsqueda y organización de la información y planificación del proceso, y están prácticamente ausentes aquellas tendientes a favorecer la observación y la elaboración de conclusiones; lo mismo ocurre con la interpretación de datos y gráficos. En este orden, la incorporación de estas áreas debería considerarse para ediciones futuras de modo de aportar al desarrollo de habilidades del pensamiento más integradas y no sesgadas.

En lo concerniente a los procedimientos de interpretación, en su mayoría están enfocados a situaciones contextualizadas en la Argentina y representan problemáticas puntuales.

Los procedimientos que proponen la búsqueda de información están presentes en los LT de los dos niveles analizados, en sintonía con lo recomendado en los diseños curriculares para la Educación Secundaria. Si bien se incluyen este tipo de procedimientos, en general no se indica dónde y cómo realizar la búsqueda, y en esta línea sería valioso que las editoriales que incluyan la búsqueda de información como procedimiento puedan guiar el trabajo de los estudiantes, a través de algunos lineamientos, protocolos u otro recurso concreto.

Los LT incluyeron procedimientos tendientes a organizar la información, en general las actividades propuestas demandan un grado de análisis muy simple por parte de los alumnos, como ordenar y clasificar especies animales y vegetales en exóticas y nativas. La descripción simple es otro procedimiento de organización de la información que se encuentra en las actividades, estas se resuelven con la información proporcionada por el propio libro, por lo que los estudiantes localizan la información y responden los interrogantes, situación que favorece el repaso y la memorización de la información.

La planificación del proceso no fue muy relevante en las actividades propuestas en los dos grupos de LT, el más utilizado fue el que implica la realización de inferencias, predicciones y emisión de hipótesis. Es importante destacar lo favorable del hallazgo de algunos textos que fomentan la responsabilidad, el compromiso personal y el diseño y ejecución de acciones. En este sentido, es deseable que, en los textos escolares, se incluyan actividades que promuevan la participación de los estudiantes, ya sea de manera individual como colectiva, tanto en la gestión, planificación y la toma de decisiones, así como en la búsqueda de alternativas y mejoras del entorno, contribuyendo a cambiar hacia un modelo de sociedad más sostenible desde el punto de vista ambiental.

Por otra parte, se evidencia una baja frecuencia de actividades que fomenten la observación; por este motivo, se considera necesario y relevante incluir actividades de campo, en las que los alumnos puedan realizar observaciones de diferentes organismos de una determinada zona, de este modo, se promovería el contacto directo con los seres vivos en su ambiente natural, generando el desarrollo de actitudes como la curiosidad que son importantes en la educación científica y que no se logran a través de una observación.

Contraste de la Hipótesis 3 (H3): *Las características de las actividades que incluyen la temática sobre especies exóticas e invasiones biológicas difieren según el nivel educativo de los LT.*

Los resultados permiten confirmar que no se acepta la hipótesis planteada ya que no se observan diferencias significativas en las características de las actividades que abordan la temática sobre especies exóticas e invasiones biológicas incluidas en en los LT de ambos niveles educativos analizados.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abela, J. A. (2003). *Las técnicas de Análisis de Contenido: Una revisión actualizada*. Fundación Pública Andaluza. Centro de Estudios Andaluces, España.
- Agüero, J. I., Rollin, O., Torretta, J. P., Aizen, M. A., Requier, F., y Garibaldi, L. A. (2018). Impactos de la abeja melífera sobre plantas y abejas silvestres en hábitats naturales. *Ecosistemas*, 27(2), 60-69.
- Aguilera, D. y Perales Palacios, J. (2018). El libro de texto, las ilustraciones y la actitud hacia la Ciencia del alumnado: percepciones, experiencias y opiniones del profesorado. *Enseñanza de las ciencias*, 36(3), 41-58.
- Aguirre Muñoz, A. y Moscoso, J. N. (2017). Los métodos mixtos en la investigación en educación: hacia un uso reflexivo. *Cadernos de Pesquisa*, 47(164), 632-649.
- Alcalde, L.; Derocco, N.N.; Rosset, S. & Williams, J.D. 2012. Southernmost localities of *Trachemys dorbigni* and first record of *Trachemys scripta elegans* for Argentina (Cryptodira: Emydidae). *Chelonian Conservation Biology* 11: 128-133.
- Alfonso Sierra, R., Gallego Torres, P., & Martínez Delgado, L. (2016). Textos escolares de ciencias: la transposición didáctica y la lingüística sistémico-funcional del modelo de la doble hélice del ADN. *Revista interamericana de educación, pedagogía y estudios culturales*, 9(2), 228-248.
- Algañaraz Soria, V. H. (2016). El “Análisis de Correspondencias Múltiples” como herramienta metodológica de síntesis teórica y empírica. Su aporte al estudio del locus universitario privado argentino (1955-1983). *Revista Latinoamericana de Metodología de las Ciencias Sociales*, 6(1), e003. Recuperado a partir de: <http://www.relmecs.fahce.unlp.edu.ar/article/view/relmecs06n01a03>
- Almeida, A., García Fernández, B. y Stretch-Ribeiro, O. (2018). Children’s knowledge and contact with native fauna: a comparative study between Portugal and Spain. *Journal of Biological Education*. DOI: 10.1080/00219266.2018.1538017
- Almeida, A., García Fernández, B. y Stretch-Ribeiro, O. (2019). Primary school children and pre-service teachers’ knowledge of iberian native and african savannah mammals. *Journal Baltic Science Education*, 18(6), 833-847.
- Álvarez, P. y Rivarosa, A. (2000). Problemas ambientales, en F. J. Perales (coord.): *Resolución de problemas*, Madrid, Ed. Síntesis.
- Apel, J., Cafic, M., Oddi, J., Padin, O. y Testani, M. (Eds.). (2007). *Educación Ambiental Aportes para el Aula 3 Proyecto PNUD 02/018*. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, Proyecto Marino Patagónico. ISBN N° 978-987-23575-4-2. Buenos Aires. Argentina. 63pp.
- Aprile, G. y Chicco, D. (1999). Nueva especie exótica de mamífero en la Argentina: la ardilla de vientre rojo. *Mastozoología Neotropical*, 6,7-14.

- Arteaga, P.; Batanero, C.; Cañadas, G.; Contreras, J. M. (2011). Las Tablas y gráficos estadísticos como objetos culturales. *Números*, 76(1), 55-67.
- Artola, E., Mayoral, L. & Benarroch, A. (2016). Análisis de representaciones gráficas cartesianas en libros de texto de Biología. *European Scientific Journal December* 12(36), 109-131.
- Astrada, E., & Adámoli, J. (2005). Ecología y manejo de vinalares: Perspectiva regional y aplicaciones en el centro de Formosa. En: Goya, J. F., Frangi, J. L. y Arturi, M. F. (Compiladores). *Ecología y manejo de los bosques de Argentina Investigación en bosques nativos de Argentina*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).
- Bacher, S., Blackburn, T. M., Essl, F., Genovesi, P., Heikkilä, J., Jeschke, J. M., ... Kumschick, S. (2017). Socio- economic impact classification of alien taxa (SEICAT). *Methods in Ecology and Evolution*, 1-10. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12844>
- Baldo, D., Borteiro, C., Brusquetti, F., García, J. E., & Prigioni, C. (2008). Reptilia, Gekkonidae, Hemidactylus mabouia, Tarentola mauritanica: Distribution extension and anthropogenic dispersal. *Check List*, 4(4), 434-438.
- Ballari S., Valenzuela, A. y Nuñez, M. (2015) ¿Qué pasa cuando dos mamíferos exóticos coexisten?: El caso del jabalí y la vaca en el Parque Nacional Nahuel Huapi. *Macroscopia*, 5(6), 3-6.
- Ballari, S. (2014). El jabalí (*Sus scrofa*) en el Parque Nacional El Palmar, Entre Ríos: uso de hábitat, dieta, impactos y manejo. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Ballouard, J. M., Brischoux, F., & Bonnet, X. (2011). Children prioritize virtual exotic biodiversity over local biodiversity. *PLoS ONE*, 6(8), e23152. doi:10.1371/journal.pone.0023152.
- Baranguer, D. (2009). Construcción y análisis de datos: una introducción al uso de técnicas cuantitativas en la investigación social. Universidad Nacional de Misiones. Posadas
- Bardín, L. (2002). *Análisis de contenido*. 3ª Edición. 192 p. Madrid, España: Ediciones Akal.
- Bedetti, F., Rimoldi, P. y Sanabria, C. (2017). *Eucalyptus camaldulensis* DEHNH. (Myrtaceae) Como una especie casual en el sur de la provincia de Santa Fe. *Historia Natural*, 7(2), 143-150.
- Benitez, V. V., Almada Chavez, S., Gozzi, A. C., Messetta, M. L., & Guichón, M. L. (2013). Invasion status of Asiatic red-bellied squirrels in Argentina. *Mammalian Biology*, 78(3), 164-170.
- Bermúdez, G. (2018). ¿Cómo tratan los libros de texto españoles la pérdida de la biodiversidad? Un estudio cuali-cuantitativo sobre el nivel de complejidad y el efecto de la editorial y año de publicación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1102.
- Bermúdez, G. y Nolli, L. (2015). Los diseños curriculares y los libros de texto como niveles de transposición del contenido “biodiversidad”: ¿cómo presentan y tratan su conceptualización? En: Bermúdez, G. & De Longhi, A. (Coordinadores). *Retos*

para la enseñanza de la Biodiversidad hoy. *Aportes para la formación docente* (pp.259-292). Universidad Nacional de Córdoba.

- Bermúdez, G., Battistón, L. y García, L. (2015). ¿Qué factores socio-culturales y geográficos influyen en el conocimiento de las especies animales? Un estudio con alumnos del ciclo orientado de la escuela secundaria de Córdoba. En: Bermúdez, G. & De Longhi, A. (Coordinadores). *Retos para la enseñanza de la Biodiversidad hoy. Aportes para la formación docente* (pp.327-349). Universidad Nacional de Córdoba.
- Bermúdez, G., De Longhi, A. L., Gavidia, V. (2016). El tratamiento de los bienes y servicios que aporta la biodiversidad en manuales de la Educación Secundaria española: un estudio epistemológico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(3), 527-543.
- Bermúdez, G., De Longhi, A., Díaz, S., 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.
- Bertolino, S. y Lurz, P.W.W. (2011). *Callosciurus squirrels*: worldwide introductions, ecological impacts and recommendations to prevent the establishment of new invasive populations. *Mammal Rev.*, 43, 22-33.
- Bertonatti, C. (1995). El comercio de primates en la República Argentina. *Neotropical Primates*, 3(2): 35-37
- Borgnia, M., Benitez, V., Gozzi, C. y Guichón, M.L. (2013). La ardilla de vientre rojo en Argentina y el manejo de especies introducidas como un problema biológico y social. *Ecología Austral*, 23, 147-155.
- Braga Blanco, G. y Belver Domínguez, J.L. (2016). El análisis de libros de texto: una estrategia metodológica en la formación de los profesionales de la educación. *Revista Complutense de Educación*, 27(1), 199-218.
- Brancatelli, G.I.E. y Zalba, S.M. (2018). Vector analysis: a tool for preventing the introduction of invasive alien species into protected areas. *Nature Conservation*. 24, 43-63. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.24.20607>
- Brito Sales, A. y Friederichs Landim, M. (2009). Análise da abordagem da flora nativa em livros didáticos de Biologia usados em escolas de Aracaju – SE. *Experiências em Ensino de Ciências*, 4(3), 17-29.
- Broz, D. R., Sosa, H., Camargo, J. C., Bulman, C., Korth, S. M. y Gutiérrez, I. (2020). Bambú: ¿una alternativa productiva? REDFOR.ar en ArgentinaForestal.com <https://www.argentinaforestal.com/2020/03/28/bambu-una-alternativa-productiva/>
- Bruzzo, C. (2004). Biologia: educação e imagens. *Educação e Sociedade*, 25(89), 1359-1378.
- Burt J, Muir A., Piovia-Scott J., Veblen K., Chang A., Grossman J. & Weiskel H. (2007). Preventing horticultural introductions of invasive plants: potential efficacy of voluntary initiatives. *Biol Invasions* 9(8), 909–923.
- Campanario, J. M. (2001). ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 351-354.

- Campanario, J. M. y Otero, J. (2000). La comprensión de los libros de texto. En: F. J. Perales Palacios y P. Cañal de León (Coords.). *Didáctica de las ciencias experimentales: teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, pp. 323-338. España, Marfil.
- 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., 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., Lindermann-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. Disponible en:http://www.mma.es/secciones/el_ministerio/organismos/oapn/pdf/edit_libro_04_00.pdf
- Carlton, J.T. (1996). Biological Invasions and Cryptogenic Species. *Ecology*, 77(6), 1653-1655.
- Carney, R. N. y Levin, J. R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from texts. *Educational Psychology Review*, 14, (1), 5-26. Recuperado de <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1013176309260>
- Carrillo-Gavilán, A. (2011). Invasiones biológicas: el caso de las coníferas exóticas. *Chronica naturae*, 1, 55-64.
- Caruso, S. A. (2014). Incidencia del turismo en el riesgo ambiental del Parque Nacional El Palmar. *Folia Histórica del Nordeste*, 22, 115-139.
- Casanueva, M. (2017). Diagramas y esquemas en y sobre la genética mendeliana. *Metatheoria*, 8(1), 83-93.
- Casas, G. (2004). *Invasiones biológicas en áreas costeras marinas*. Laboratorio de algas marinas, CENPAT.
- Casas, G. y Schwindt, E. (2008). Un alga Japonesa en la costa patagónica. *Ciencia Hoy*. 18(107), 31-39.
- CDB (2014). Decisión adoptada por la conferencia de las partes en el convenio sobre la diversidad biológica XII/16. Especies exóticas invasoras: gestión de los riesgos relacionados con la introducción de especies exóticas introducidas como mascotas, especies de acuarios y terrarios y como carnada viva y alimento vivo, y cuestiones conexas. UNEP/CBD/COP/DEC/XII/16
- CDB (2016). Logrando la meta 9 de Aichi para la diversidad biológica. <https://www.cbd.int/invasive/doc/cbd-patbf-brochure-es.pdf>.

- CDB. (1992). Convenio sobre la Diversidad Biológica. Pp32. Disponible en: <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- CDB. (2002). Examen y consideración de las opciones de aplicación del Artículo 8 h) sobre especies exóticas que amenazan a los Ecosistemas, hábitats o especies <http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-06/official/cop-06-18-add1-es.pdf>
- Chebez, J. C. y Rodríguez, G. O. (2013). *La fauna gringa: especies introducidas en la Argentina*. Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Félix de Azara,
- Cintas Serrano, R. (2000). Actividades de enseñanza y libros de texto. *Investigación en la escuela*, 40, 97-106.
- Clavero, M. y García-Berthou, E. (2005). Invasive species are a leading cause of animal extinction. *Trends in Ecology & Evolution*, 20(3),110.
- Clout, M. y Russell, J. (2008). The invasion ecology of mammals: A global perspective. *Wildlife Research* 35:180-184.
- 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 (SBEnBio)*, 7, 826-837.
- Coniglione, J. y Zalba, S. M. (2019). Primer registro de la ardilla de vientre rojo *Callosciurus erythraeus* (Rodentia, Sciuridae) en la provincia de Mendoza, Argentina. *Notas sobre Mamíferos Sudamericanos*,
- Constitución de la provincia de Buenos Aires. (1994). Disponible en: <http://www.gob.gba.gov.ar/legislacion/constitucion/cpppal.htm>
- Constitución Nacional de la República Argentina. (1994). Disponible en: <http://www.senado.gov.ar/web/interes/constitucion/cuerpo1.php>
- Cordo, H. (2004). El Control Biológico de Malezas, una alternativa factible para la lucha contra las plantas invasoras exóticas en Áreas Protegidas de la Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 63 (1-2), 1-9.
- Correia, G. P., & 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
- Costa Fernandes, F. y Carvalho Leal Neto, A. (2006). Agua de Lastre Como Vía de Introducción de Especies a Nivel Global. En: Darrigran, G. y Damborenea, C. (eds.) *Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano*. EDULP, La Plata. Argentina, pp.43-50.
- Courchamp, F., Fournier, A., Bellard, C., Bertelsmeier, C., Bonnaud, E., Jeschke, M. and Russell, J. (2017). Invasion Biology: Specific Problems and Possible Solutions. *Trends in Ecology & Evolution*, 32(1),13-22.
- Crall A, Newman G, Jarnevich C, Stohlgren T, Waller D, Graham J (2010). Improving and integrating data on invasive species collected by citizen scientists. *Biol Invasions* 12(10), 3419–3428.
- Cuevas, M. F., Ojeda, R. A., & Jaksic, F. M. (2016). Ecological strategies and impact of wild boar in phytogeographic provinces of Argentina with emphasis on aridlands. *Mastozoología Neotropical*, 23(2), 239-254.

- Dacar, M. A., Dalmaso, A. D., Bobadilla, S. Y., & Cuevas, M. F. (2019). Rol del ganado doméstico en el establecimiento de la especie invasora rosa mosqueta (*Rosrubiginosa L.*) en Los Andes Áridos, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 26(2), 331-339.
- Darrigran, G. & Damborenea, C. (2011) Ecosystem engineering impacts of *Limnoperna fortunei* in South America, *Zoological Science*, 28: 1-7.
- Darrigran, G. & Damborenea, C. (2015). Strategies and Measures to Prevent Spread. In: D. Boltovskoy (ed.), *Limnoperna fortunei, Invading Nature - Springer International Publishing Switzerland - Springer Series in Invasion Ecology* 10. 476pp., DOI 10.1007/978-3-319-13494-9_20
- Darrigran, G. (2002). Potential impact of filterfeeding invaders on temperate inland freshwater environments. *Biological Invasions* 4, 145-156.
- Darrigran, G. y Arcarí, N. (2011) Las invasiones biológicas en la costa Argentina y en la Cuenca del Plata. En R. López y S. C. Marcomini (Eds.) Problemática de los ambientes costeros. Sur de Brasil, Uruguay y Argentina. UNESCO. Editorial Croquis. pp179-192.
- Darrigran, G. y Brea, F. (2014). Moluscos bivalvos exóticos de agua dulce. En: PNUD. “*Moluscos Invasoras de Chile: Documento del Taller Moluscos Exóticos Invasores en Chile: Efectos en la Biodiversidad*”. Santiago de Chile, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. p.45-56.
- 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, La Plata. Argentina. 220 pp.
- Darrigran, G. y Darrigran, J. (2001). El mejillón dorado: una obstinada especie invasora. *Ciencia Hoy*, 11(61), 20-23.
- Darrigran, G., Agudo-Padrón, I., Baez, P., Belz, C., Cardoso, F., Carranza, A., ... & Damborenea, C. (2020). Non-native mollusks throughout South America: emergent patterns in an understudied continent. *Biological Invasions*, 22(3), 853-871.
- Darrigran, G., Damborenea, C. y Tambussi, A. (2011). *Pomacea canaliculata* (Mollusca, Gastropoda) in Patagonia: Potential role of climatic change in the dispersión and settlement. *Brazilian Journal of biology*, 71(1), 1-5.
- 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.
- De Pro Bueno, A. (2009). El estudio de los materiales en los libros de texto de ciencias para el mundo contemporáneo. Análisis de las actividades planteadas. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 59, 79-92.
- De Souza Proença, M., Dal-Farra, R. y Oslaj, E. (2017). Espécies Nativas e Exóticas no Ensino de Ciências: uma Avaliação do Conhecimento dos Estudantes do Ensino Fundamental. *Contexto & Educação*, 32, (103): 213-247.
- 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.

- DGCyE. (2007). Diseño curricular para la Educación Secundaria. 2° año SB. La Plata: Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires.
- DGCyE. (2008). Diseño curricular para la Educación Secundaria. 3° año EB. Bracchi, C. (Coord.). La Plata: Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires.
- DGCyE. (2010). Diseño curricular para la Educación Secundaria Ciclo Superior. Orientación Ciencias Naturales. ES4. Bracchi, C. (Coord.). La Plata: Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires.
- DGCyE. (2011a). Diseño curricular para la Educación Secundaria: Orientación Ciencias Naturales 5° año. Coordinado por Claudia Bracchi y Marina Paulozzo -1ra ed.- La Plata: Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires, 2011.
- DGCyE. (2011b). Diseño curricular para la Educación Secundaria Ciclo Superior. Orientación Ciencias Naturales. ES6: Ambiente, Desarrollo y Sociedad. Bracchi, C. (Coord.). La Plata: Dirección General de Cultura y Educación de la provincia de Buenos Aires.
- Díaz Moreno, N. (2019). Caracterizando controversias sociocientíficas en la prensa escrita. Una herramienta para el desarrollo de la alfabetización científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1102
- 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.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., Ash, N., Larigauderie, A., ... & Zlatanova, D. (2015). The IPBES Conceptual Framework connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1-16.
- Díaz, S.; Fargione, J.; Chapin, FS III; Tilman, D. (2006). Biodiversity Loss Threatens Human Well-Being. *PLoS Biology*, 4(8):1300-1305.
- Díaz-Levicoy, D. (2014). Un estudio empírico de los gráficos estadísticos en libros de texto de Educación Primaria española. Trabajo fin de Máster. Universidad de Granada
- Díaz-Levicoy, D., Batanero, C., Arteaga, P., y López-Martín, M. D. M. (2015). Análisis de los gráficos estadísticos presentados en libros de texto de Educación Primaria chilena. *Educação Matemática Pesquisa*, 17(4), 715-739.
- Díaz-Levicoy, D., Giacomone, B., y Arteaga, P. (2017). Caracterización de los gráficos estadísticos en libros de texto argentinos del segundo ciclo de Educación Primaria. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 21(3), 299-326.
- Dimopoulos, K., Koulaidis, V., & 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. Cali, Colombia: 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>
- ENBPA (2017). Estrategia Nacional sobre la Biodiversidad plan de acción 2016-2020, República Argentina. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Presidencia de la Nación. pp127. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/estrategia-nacional>
- Estévez, R. A., Anderson, C. B., Pizarro, J. C., & Burgman, M. A. (2015). Clarifying values, risk perceptions, and attitudes to resolve or avoid social conflicts in invasive species management. *Conservation Biology*, 29(1), 19-30.
- Eyssartier, C., Margutti, L., & Lozada, M. (2017). Plant knowledge in children who inhabit diverse socio-ecological environments in northwestern Patagonia. *Journal of Ethnobiology*, 37(1), 81-96.
- Faggi, A., y Perepelizin, P. (2006). Riqueza de aves a lo largo de un gradiente de urbanización en la ciudad de Buenos Aires. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie*, 8(2), 289-297
- FAO (2018). Agricultura sostenible y biodiversidad, un vínculo indisoluble. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO y SAyDS. (2018). *Material didáctico sobre especies exóticas invasoras (EEI) en Argentina*. Cuaderno para el docente. Segundo ciclo del nivel primario. Buenos Aires.
- Fariñas Torres, T., Olmos, V., y González, P. (2021). Primer registro de liebre europea (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) en la Reserva Provincial Laguna Brava, La Rioja, República Argentina. *Notas sobre Mamíferos Sudamericanos* 3: 21.12.3, 2-7.
- Fasanella, M. y Lizarralde, M. (2015). Castores: ¿Un riesgo de invasión que inquieta a la Patagonia norte? *Desde la Patagonia difundiendo saberes*.12 (20), 2-6.
- 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
- Fenner, F. (2010). Deliberate introduction of the European rabbit, *Oryctolagus cuniculus*, into Australia. *Revue scientifique et technique*, 29(1), 103.
- Fernandes Xavier, M. C., de Sá Freire, A. y Ozório Moraes, M. (2006). A nova (moderna) Biología e a Genética nos livros didáticos de Biología no ensino médio. *Ciência & Educação*, 12, (3), 275-289.
- Fischbein, D. (2012). Introducción a la teoría del control biológico de plagas. En J. Villacide y J. Corley (Eds.) *Manejo Integrado de Plagas Forestales*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Furman, M. y de Podestá, M. E. (2010). *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Buenos Aires, Aique Grupo Editor.
- Gabucio, F., Martí, E., Enfedaque, J., Gilabert, S., y Konstantinidou, A. (2010). Niveles de comprensión de las tablas en alumnos de primaria y secundaria. *Cultura y Educación*, 22(2), 183-197.
- Galera, I. y Ocelli, M. (2010). Redes Alimentarias: una propuesta didáctica para el primer ciclo de la escuela secundaria. Memorias del IX Jornadas Nacionales y IV

Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología, 7, 8, 9 y 10 de octubre, San Miguel de Tucumán, Argentina.

- Galván-Guevara, S. y De La Ossa, V. J. (2011). Fauna exótica y fauna trasplantada con mayor representatividad en Colombia. *Revista Colombiana cienc. Anim.* 3(1), 167-179.
- García Mateos, A., y Caballero García, P. A. (2005). La tecnología digital en el aula: un instrumento al servicio de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Madrid: Universidad Camilo José Cela.
- García Gómez, J. y Martínez Bernat, F. J. (2010). Cómo y qué enseñar de la Biodiversidad en la Alfabetización Científica. *Enseñanza de las Ciencias.* 28 (2), 175–184
- García Nowak, C. (2021). Especies exóticas invasoras de Argentina: Estrategia de comunicación y concientización de la estrategia nacional sobre especies exóticas invasoras. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación.
- García-Berthou, E. (2011). Efectos de las especies invasoras en los ríos ibéricos. VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua “Ríos Ibéricos +10. Mirando al futuro tras 10 años de DMA. Talavera de la Reina (Toledo)
- García-Rodeja, I. (1997). ¿Qué propuestas de actividades hacen los libros de primaria? *Alambique* 11, 35-43.
- Gavidia, V. y Cristerna, M. D. (2000). Dimensión medioambiental de la ecología en los libros de texto de la Educación Secundaria obligatoria española. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*,14,53-67.
- 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
- Giorgis, M., Tecco, P., Marcora, P., Cingolani, A., Paiaro, V. y Renison, D. (2006). Las invasiones biológicas y su problemática ambiental, Manual para Docentes. IMBIV, CONICET, Universidad nacional de Córdoba.
- GISP. (2005). Sudamérica Invasión. El Creciente peligro de las Especies Exóticas Invasoras. Programa Mundial sobre Especies Invasoras. Kirstenbosch, Sudáfrica.
- Giuffré, L., Formento, S. y Ratto, S. (2007). Transversalidad de conceptos de Educación Ambiental para un Desarrollo Sostenible presentes en la legislación Argentina. *CI. Suelo*, 25(1) pp75-80.
- González Rodríguez, C., García Barros, S. y Martínez Losada, C. (2003). ¿A qué contenidos relacionados con la fotosíntesis dan más importancia los textos escolares de secundaria? *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, 77-88
- 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.

- Grosma, F. (2005). Interacciones Tróficas entre Trucha Arco Iris (*Oncorhynchus mykiss*), Pejerrey Patagónico (*Patagonina hatcheri*) y Perca (*Percichthys trucha*) en un Ambiente Patagónico. *Natura Neotropicalis*, 1(24/25), 15-25
- Guerra Ramos, M. T. y López Valentín, D. M. (2011). Las actividades incluidas en el libro de texto para la enseñanza de las ciencias naturales en sexto grado de primaria: análisis de objetivos, procedimientos y potencial para promover el aprendizaje. *Revista mexicana de investigación educativa*, 49 (16), 441-470
- Guichón, M. L., Monteverde, M., Piudo, P., Sanguinetti, J. y Di Martino, S. (2016). Mamíferos introducidos en la provincia de Neuquén: estado actual y prioridades de manejo. *Mastozoología Neotropical*, 23(2), 255-265.
- Guichón, M. l., M. Bello y l. Fasola. (2005). Expansión poblacional de una especie introducida en la Argentina: la ardilla de vientre rojo *Callosciurus erythraeus*. *Mastozoología Neotropical*, 12: 189-197.
- Guichón, M. L., Milesi, F. A., Monteverde, M., Piudo, L., & Sanguinetti, J. (2014). Efectos de la floración masiva de caña colihue (*Chusquea culeou*) y la superproducción de semillas de araucaria (*Araucaria araucana*) a diferentes niveles de la trama trófica. Informe Final.
- Guichón, M.L, Monteverde, M., Piudo, L., Sanguinetti, J. y Di Martino, S. (2016). Mamíferos introducidos en la provincia de Neuquén: estado actual y prioridades de manejo. *Mastozoología Neotropical*, 23(2):255-265.
- Gutiérrez Gregoric, D. E., Nuñez V. y Vogler R. (2012), “Un gigante africano invade la Argentina”, *Ciencia Hoy*, 22(129), 39-43.
- Gutiérrez, J. L. & Jones, C.G. (2008) Ecosystem Engineers. In: *Encyclopedia of Life Sciences (ELS)*. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester. DOI: 10.1002/9780470015902.a0021226
- Hernández Carretero, A. M., Burgui, M., Velázquez de Castro, F., y Corrales Vázquez, J. M. (2018). ¿Responden los libros de texto a las demandas de la educación ambiental? Un análisis para la Educación Secundaria. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 77, 80–110. doi: <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2535>
- Hernández Carretero, A. M., Velázquez de Castro F., Corrales Vázquez J. M. y Burgui Burgui, M. (2015). *Valores y enfoques ambientales en la Enseñanza Secundaria obligatoria a través de los libros de texto*. Ensayos de ética ambiental. Alcalá de Henares.
- Herrera, R. y Torres Robles, S. (2012). Comunidades vegetales de la Reserva natural Punta Lara. En: Roesler, I. y M.G. Agostini (eds). *Inventario de los Vertebrados de la Reserva Natural Punta Lara, provincia de Buenos Aires, Argentina. Temas de Naturaleza y Conservación*, Monografía de Aves Argentinas No 8. Buenos Aires, Argentina. p.35-42.
- InBiAr (2020). Base de datos sobre Invasiones Biológicas en Argentina. <http://www.inbiar.uns.edu.ar/>
- IUCN (2000). IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species. Prepared by the SSC Invasive Species Specialist Group. Approved by the 51st Meeting of the IUCN Council, Gland Switzerland, February 2000.

- Jiménez, J., Prieto, R. H., Perales, F. J. (1997). Análisis de los modelos y los grafismos utilizados en los libros de texto. *Alambique*, 11, 75-85.
- Jones C.G., Lawton J.H. y Shachak M. (1994). organisms as ecosistema engineers. *Oikos*, 69: 373-386.
- Jorba, J., Gómez, I., & Prat, À. (eds.) (2000). Hablar y escribir para aprender: Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares. Madrid, Síntesis/ICE de la UAB.
- Krippendorff, K. (1997). Metodología de análisis de contenido. Teoría y práctica. Barcelona: Paidós.
- Lambertucci, S. A. & Speziale, K. L. (2011). Protecting invaders for profit. *Science* 332:35.
- Laya-Iglesias, P. y Martínez-Losada, C. (2019) La competencia científica en los libros de texto de Educación Primaria. *Ápice. Revista de Educación Científica* 3 (1), 71-83.
- 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. España.
- LEN (2006). Ley 26.206. Ley de Educación Nacional. El Senado y la Cámara de Diputados de la Nación. Argentina, Buenos Aires. Disponible en: http://www.me.gov.ar/doc_pdf/ley_de_educ_nac.pdf
- LEPB (2007). Ley de Educación de la provincia de Buenos Aires (13688). Disponible en: <http://abc.gov.ar/lainstitucion/sistemaeducativo/consulta2007/default.cfm>
- Leveau, L. M., y Leveau, C. M. (2004). Comunidades de aves en un gradiente urbano de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. *El hornero*, 19(1), 13-21.
- Ley 24.375/94. Aprobación del Convenio de Diversidad Biológica. <http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/29276/norma.htm>.
- Ley de Educación Ambiental Integral (Ley 27621). <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-27621-350594/texto>
- LFE (1993). Ley Federal de Educación. Disponible en: https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/ley_24195.pdf
- LGA (2002). Ley General del Ambiente (N° 25.675). República Argentina. Disponible en: <http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/75000-79999/79980/norma.htm>
- Link-Pérez, M. A., Dollo, V. H., Weber, K. M. & 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
- Lizarralde, M. (2016). Especies exóticas invasoras (EEI) en Argentina: categorización de mamíferos invasores y alternativas de manejo. *Mastozoología Neotropical*, 23(2):267-277.

- Lizarralde, M. y Escobar, J. (2000). Especies exóticas de la Tierra del Fuego. *Ciencia Hoy* 10:52-63.
- Lockwood J., Hoopes M. y Marchetti M. (2007). *Invasion Ecology*. Blackwell Publishing pp 304.
- López Roldán, P. y Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona.
- 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.1319> ISSN (impreso): 0212-4521 / ISSN (digital): 2174-6486
- Louzada-Silva, D., & Carneiro, M. H. D. S. (2013). A conservação da natureza em livros didáticos de Biologia. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências-IX ENPEC, 1-8.
- Louzada-Silva, D., & Carneiro, M. H. D. S. (2013). Fotografia e diversidade biológica em livros didáticos de biologia. *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, 12pp.
- Loydí, A. (2008). Situación actual del comercio ilegal de aves en la ciudad de Bahía Blanca. *BioScriba*, 1(1), 9-16.
- Luzzi, D. (2000). La Educación Ambiental Formal en la Educación General Básica Argentina. *Tópicos en Educación Ambiental*, 2 (6), 35-52.
- Mack, R.N., Simberloff, D., Lonsdale, M.W., Evans, H., Clout, M. y Bazzaz F. (2000). Invasiones Biológicas: Causas, Epidemiología, Consecuencias globales y Control. *Issues in Ecology*. 5,1-19.
- MAGPN, (2012). Dirección de Producción Forestal del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Estado de los Recursos Genéticos Forestales en Argentina.
- Maiztegui, T., Baigún, C. R. M., Garcia de Souza, J. R., Minotti, P., & Colautti, D. C. (2016). Invasion status of the common carp *Cyprinus carpio* in inland waters of Argentina. *Journal of fish biology*, 89(1), 417-430.
- 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 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.
- Martínez Losada, C. y García Barros, S. (2003). Las actividades de primaria y ESO incluidas en libros escolares. ¿Qué objetivo persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 243-264.
- Martínez, R. D., Fernández, E. N., Género, E. R., y Rumiano, F. J. L. (2000). El ganado bovino criollo en Argentina. *Archivos de zootecnia*, 49(187), 353-361.

- Martins, I. P. y Brigas, M. A. (2005). Libros de texto de Química y aprendizaje de los alumnos: pensamiento y prácticas del profesorado. Tarbiya. *Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 36, 149-165.
- Mattiacci, A., Melo, R. A. L., y Porrino, A. P. (2021). Perspectivas de estrategias para el manejo de la Chaqueta Amarilla. EEA Bariloche, INTA. *Presencia*, 76, 33-37.
- Mayer, R. (2009). The next phase in multimedia learning. En S. Kalyuga (Ed.) *Managing cognitive load in adaptive multimedia learning* (pp. 10-12). Nueva York: 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.
- Mazzola, F. C. y Eiros Scopp, A. (2019). Los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios tensiones y dilemas en los Diseños curriculares en Formación Ética y Ciudadana de Provincia de Buenos Aires y Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *RELAPAE*, (10), 68-81.
- Melo Ferreira, A. y Alves Soares, C. A. A. (2008). Aracnídeos Peçonhentos: Análise das informações nos livros didáticos de ciencias. *Ciência & Educação*, 14, (2), 307-314.
- Melo, E. P. C. (2019). *Percepção sobre espécies exóticas e nativas do Brasil por estudantes do ensino médio e superior goiano*. Tesis de Maestría, Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas, Brasil.
- Mendoza Alfaro, R. (2009). Especies exóticas invasoras: impactos sobre las poblaciones de flora y fauna, los procesos ecológicos y la economía, en Capital natural de México, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. Conabio, México, 277-318.
- Merchán, N. Y. T. (2011). Las cuestiones sociocientíficas: una alternativa de educación para la sostenibilidad. *Revista Luna Azul*, (32), 45-51.
- Merino, M. L., Carpinetti, B. N. y Abba, A. M. (2009). Invasive mammals in the National Parks system of Argentina. *Natural Areas Journal*, 29:42-49.
- Micou, A. P. (2003). Riesgo ambiental por invasiones biológicas en una zona con alto valor de conservación: las cuencas de El palmar, Entre Ríos. Tesis presentada con el fin de cumplimentar con los requisitos finales para la obtención del título Licenciatura de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires.
- Millennium Ecosystem Assessment, (2005). Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. Disponible en: <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>
- Montañés Bayonas, S. y Jaén García, M. (2015). ¿Qué características presentan los contenidos relacionados con las problemáticas ambientales propuestos en los libros de texto de 3º de la eso? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 130-148.
- Monteverde, M., Cirignoli, S., Bonino, N., Gonzalez, A. y Aprile, G. (2019). *Lepus europaeus*. Categorización 2019 de los Mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina (SAyDS-SAREM, eds.).

- Montti, L. (2010). Ecología y fisiología de *Chusquea ramosissima*, una especie de bambú monocárpico y los efectos de su floración sobre la dinámica y funcionamiento del Bosque Atlántico semideciduo. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Buenos Aires, en el área de Ciencias Biológicas.
- NAP (2011a). Núcleos de Aprendizajes Prioritarios 7° Año Educación Primaria / 1° Año Educación Secundaria. Buenos Aires.
- NAP (2011b). Núcleos de Aprendizajes Prioritarios Ciclo Básico Educación Secundaria - 1°/2° y 2°/3° Años. Buenos Aires.
- NAP (2012). Núcleos de aprendizajes prioritarios. Ciclo Orientado de Educación Secundaria, Ciencias Naturales. Resolución CFE N° 180/12.
- Nates, J., Campos, C. and Lindemann-Matthies, P. (2010). 'Students' Perception of Plant and Animal Species: A Case Study From Rural Argentina', *Applied Environmental Education & Communication*, 9: 2, 131-141.
- Navas, J. (2002). Las aves exóticas introducidas y naturalizadas en la Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 4 (2), 191-202.
- Novillo, A. y RA Ojeda, R. A. (2008). The exotic mammals of Argentina. *Biological Invasions*, 10:1333-1344.
- Núñez, C. I. y Núñez, M. A. (2007). Coníferas exóticas en Patagonia: ¿potencial invasión? *Desde la Patagonia difundiendo saberes*, 4 (5), 2-7.
- Occelli, M. y Valeiras, N. (2013). Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 133-152
- Oviedo-Socarrás, T., Cardona-Ávarez, J., & Pastrana, M. O. (2016). Tetanus in captive *Cebus capucinus*: case report. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), 489-492.
- Parcerisa, A. (1996). Materiales curriculares: cómo elaborarlos, seleccionarlos y usarlos.105. Barcelona, España: Grao.
- 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 Palacios, F. J. y Vílchez González, J. M. (2012). Libros de texto: ni contigo ni sin ti tienen mis males remedio. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 70,75-82.
- Perales, F. J., Vílchez, 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, S. y Meneses Villagrà, J.A. (2020). La competencia científica en las actividades de aprendizaje incluidas en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(2), 2101. doi: 10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc. 2020.v17.i2.2101

- Pérez-Martín, JM., Calurano-Tena, MT., Martín-Aguilar, C., Esquivel-Martín, T. y Bravo-Torija, B. (2019). Preguntas en los libros de texto de Ciencias Naturales de Educación Primaria: ¿Procesando o reproduciendo contenidos? *ReiDoCrea*, 8, 186- 201.
- Perini, L. (2013), “Diagrams in Biology”, *The Knowledge Engineering Review*, 28(3): 273-286.
- Peris, S. Soave, G., Camperi, A., Darrieu, C. & Aramburu, R. (2005). Range expansion of the european starling sturnus vulgaris in Argentina. *Ardeola*, 52(2), 359-364
- 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.
- Pietrek, A. & Fasola, L. (2014). Origin and history of the beaver introduction in South America. *Mastozoología Neotropical*, 21(2), 355-359.
- Pimentel, D., Zuniga, R., & Morrison, D. (2005). Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecological economics*, 52(3), 273-288.
- Pino, J., Gassó, N., Vilà, M. y Sol, D. (2008). Regiones y hábitats más invadidos. En: Vilà, Valladares, Traveset, Santamaría y Castro (Coords.) *Invasiones biológicas*, 41-52.
- Plaza, P., Speziale, K., Zamora-Nasca, L. & Lambertucci, S. (2019). Dogs and Cats Put Wildlife at Risk: Dogs and Cats in Protected Areas. *Journal of Wildlife Management*, DOI: 10.1002/jwmg.21637
- Postigo, Y. y López-Manjón, A. (2012). Representaciones visuales del cuerpo humano: análisis de los nuevos libros de primaria de Ciencias Naturales en la reforma educativa mexicana. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 17 (53), 593-626.
- Postigo, Y. y Pozo, J.I. (2000). Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes. *Infancia y Aprendizaje*, 90, 89-110.
- Postigo, Y., Echeverría, M. P. P., & Oller, C. M. (2010). ¿Cómo usan y comprenden los gráficos los estudiantes universitarios? *Revista IRICE*, (21), 81-94.
- Pozzer, L. & 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. & Roth, W. (2005). Photographs in lectures: Gestures as meaning-making resources. *Linguistics and Education*, 15, 275–293
- Pozzer, L., & Roth, W. M. (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).
- Prado, W. S., Waller, T., Albareda, D. A., Cabrera, M. R., Etchepare, E. G., Giraud, A. R., ... & Richard, E. (2012). Categorización del estado de conservación de las tortugas de la República Argentina. *Cuadernos de herpetología*, 26.

- Prates Alves, D.& 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 Educación en Biología*, 22(1), 69-82.
- Proença, M de S. (2016). O estudo e a valorização da biodiversidade do Rio Grande do Sul : concepções de estudantes do ensino fundamental e médio da região metropolitana de Porto Alegre. Tesis doctoral. Programa de PósGraduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Luterana do Brasil. Canoas, Brasil.
- Pulido Capurro, V., Olivera Carhuaz, E., Cano Coa, D. y Acevedo Flores, J. (2020). A 143 años de la migración de la garza bueyera *Bubulcus ibis* (Linnaeus, 1758) desde África hacia los Andes. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 22(4), 352-361.
- 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. México DOI:10.22201/fq.18708404e.2019.2.67174. Recuperado de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/67174/61158>
- Rebolo Ifran, N. y Fiorini, V. D. (2010). European starling (*Sturnus vulgaris*): population density and interactions with native species in Buenos Aires urban parks. *Ornitología Neotropical*, 21(4), 507-518.
- Relva, M. A. y Sanguinetti, J. (2016). Ecología, impacto y manejo del ciervo colorado (*Cervus elaphus*) en el noroeste de la Patagonia, Argentina. *Mastozoología Neotropical*, 23(2):221-238.
- Relva, M.A., Damascos, Ma., Macchi, P., Mathiasen, P, Premoli, A, Quiroga, Mp., Radovani, N., Raffaele, E., Sackmann, P., Speziale, K., Svriz, M., Vigliano, PH. (2014). Impactos Humanos en la Patagonia. En: Raffaele, E., de Torres-Curth, M., Morales, C. L. y Kitzberger, T. (2014). *Ecología e historia natural de la Patagonia Andina. Un cuarto de siglo de investigación en biogeografía, ecología y conservación*. Fundación de Historia Natural Félix de Azara, Buenos Aires, pp157-182.
- Remmele, M., Lindemann-Matthies, P. (2020). Dead or Alive? Teacher Students' Perception of Invasive Alien Animal Species and Attitudes towards their Management. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16 (5) Article No: em1840
- Resolución 283 (2020). Declaración de la rana toro (*Rana catesbeiana*) dañina y perjudicial para la conservación de la biodiversidad nativa de la República Argentina. <https://www.boletinoficial.gob.ar>
- Resolución 417/(2020). Declaración del caracol gigante africano como dañino y perjudicial para la biodiversidad. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Reyna, P., Gordillo, S. y Morán, G. (2018). Visitantes sin invitación: moluscos exóticos de la provincia de Córdoba (Argentina). *Revista Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 5 (2), 71-80.
- Rinaudo, M. C., y Galvalisi, C. F. (2002). Para leerme mejor...: cómo evaluar la calidad de los libros escolares. Ed. La Colmena.

- Roca Tort, M. y Márquez, C. (2005). Las preguntas de los libros de texto y la construcción de los modelos científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso.
- Rodríguez, C. D. C., y Rodríguez, C. M. (2016). Utilidad de la metodología de Maxwell en el diseño de investigaciones. *Actualidad Contable Faces*, 19(33), 72-95.
- Roesler, I., Imberti, S., Casanas, H., & Volpe, N. (2012). A new threat for the globally Endangered Hooded Grebe *Podiceps gallardoi*: the American mink *Neovison vison*. *Bird Conservation International*, 22(4), 383-388.
- Roesler, K. y Fasola, L. (2019). Proyecto macá tobiano. Informe Final 2018-2019. Aves Argentinas.
- Rojo, V., Arzamendia, Y. y Vilá, B. L. (2012). Uso del hábitat por vicuñas (*Vicugna vicugna*) en un sistema agropastoril en suripujio, Jujuy. *Mastozoología Neotropical*, 19(1), 127-138.
- Rosa Novalbos, D. y Martínez-Aznar, M. M. (2019). Resolución de problemas abiertos en ecología para la ESO. *Enseñanza de las ciencias*, 37(2), 25-42.
- Rosen G.E. & Smith K.F. (2010). Summarizing the evidence on the international trade in illegal wildlife. *Eco Health*, 7, 24–32.
- Rovere, A., Molares, S., & Ladio, A. H. (2013). Plantas utilizadas en cercos vivos de ciudades patagónicas: aportes de la etnobotánica para la conservación. *Ecología Austral* 23:165-173.
- Sáez Rosenkranz, I. (2016). Análisis de actividades en libros de texto de Historia, Geografía y Ciencias Sociales de educación básica en Chile. Tesis de doctorado. Facultad de Educación Departamento de Didáctica de las Ciencias Sociales. Universitat de Barcelona. <http://hdl.handle.net/2445/102102>
- Sanguinetti, J., Buria, L., Malmierca, L., Valenzuela, A. E., Núñez, C., Pastore, H., Chauchard, L., Ferreyra, N., Massaccesi, G., Gallo, E. y Chehébar, C. (2014). Manejo de especies exóticas invasoras en Patagonia, Argentina: Priorización, logros y desafíos de integración entre ciencia y gestión identificados desde la Administración de Parques Nacionales. *Ecología austral*, 24(2), 183-192.
- Santamaría, L., Pericàs, J., Carrete, M. y Tella, J. L. (2008). La ausencia de enemigos naturales favorece las invasiones biológicas (pp.91-102) En: Vilá, M. Valladares, F., Traveset, A., Santamaría, L. y Castro, P. (Coord.) *Invasiones Biológicas*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 216 pp.
- Schiavini, A., Carranza, M. L., Deferrari, G., Escobar, J., Malmierca, L., & Pietrek, A. G. (2016). Erradicación de especies invasoras: ciencia, actitud y entendimiento. El castor en tierra del fuego. *Mastozoología neotropical*, 23(2), 279-288.
- Schussler, E. E., Link-Pérez, M. A., Weber, K. M., & Dollo, V. H. (2010). Exploring plant and animal content in elementary science textbooks. *Journal of Biological Education*, 44(3), 123-128.
- Schuttler, E. y Karez, C. S. (2008). *Especies exóticas invasoras en las reservas de la Biosfera de América Latina y el Caribe*. Un informe técnico para fomentar el intercambio de experiencias entre las Reservas de Biosfera y promover el manejo efectivo de las invasiones biológicas. UNESCO, Montevideo.

- Shine, C., Williams, N. y Gündling, L. (2000). Guía para la elaboración de marcos jurídicos e institucionales relativos a las especies exóticas invasoras, UICN, Gland, Suiza, Cambridge y Bonn, xvi 162 pp
- 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, H. C. D., Zimmermann, E., Carneiro, M. H. D. S., Gastal, M. L., & Cassiano, W. S. (2006). Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. *Ciência & Educação* (Bauru), 12(2), 219-233.
- Simberloff, D. (1995). Why do introduced species appear to devastate islands more than mainland areas? *Pacific Science* 49:87-97.
- Solaz-Portolés, J. J. (2010). La naturaleza de la ciencia y los libros de texto de Ciencias: una revisión. *Educación XXI*, 13 (1) 65-80.
- Solbes, J (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 1-10
- Somoza Rodríguez M. y Ossenbach Sauter G. (2003). Los Manuales Escolares Españoles en la Época Digital. De la textualidad a la iconicidad. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Disponible en http://hum.unne.edu.ar/investigacion/educa/web_relee/biblio.htm
- Sosa, A. J., Jiménez, N. L., Faltlhauser, A. C., Righetti, T., Mc Kay, F., Bruzzone, O. A., & Fernández Souto, A. (2021). The educational community and its knowledge and perceptions of native and invasive alien species. *Scientific reports*, 11(1), 1-12.
- Speziale, K. L., Lambertucci, S. A., Carrete, M., & Tella, J. L. (2012). Dealing with non-native species: what makes the difference in South America?. *Biological Invasions*, 14(8), 1609-1621.
- Spivak, E. (2005). Los cirripedios litorales (Cirripedia, Thoracica, Balanomorpha) de la región del Río de la Plata y las costas marinas adyacentes. En: Penchaszadeh, P. E. (Coord.) *Invasores: Invertebrados exóticos en el Río de la Plata y región marina aledaña*. Eudeba, Buenos Aires. 251-309.
- 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.
- Tarragona, S., Monteverde, M., Marchioni, S., Caporale, J., Pereiro, A., Palacios, J. (2012). Dengue en la Argentina: un análisis económico del impacto de la epidemia de 2009. *Salud Colectiva*, vol. 8, núm. 2, 151-162
- Tizón, R. (2017). Estornino crestado (*Acridotheres cristatellus*) en la ciudad de Bahía Blanca: ¿una especie invasora de la Argentina? *BioScriba*, 8, 9-11.
- 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

- Torres-Merchán, N. Y. y Rojas-Niño, M. (2017). La enseñanza de especies no carismáticas invertebradas en el contexto de la escuela nueva: un análisis desde los libros de texto. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 10 (19), pp. 85-100.
- Tosi, C. (2010). Argumentatividad y polifonía en libros escolares. Un análisis microdiscursivo en libros de texto argentinos. Alabe. *Revista de Investigación sobre Lectura y Escritura* 2, 1-22.
- UN (2015). Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. <https://www.argentina.gob.ar/politicassociales/ods/institucional/agenda2030>
- Urones, C., Escobar, B., Vacas, J.M. (2013). Las plantas en los libros de Conocimiento del Medio de 2º ciclo de primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (3), 328-352.
- Valenzuela, A., Sepúlveda, M., Cabello, J. y Anderson, C. B. (2016). El visón americano en Patagonia: un análisis histórico y socioecológico de la investigación y el manejo. *Mastozoología Neotropical*, 23(2), 289-304.
- Valéry, L., Fritz, H., Lefeuvre, J., & Simberloff, D. (2007). In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. *Biological Invasions*, 10, 1345-1351.
- Vaske J., Jacobs M., Sijtsma M. (2011). Wildlife value orientations and demographics in The Netherlands. *Eur J Wildl Res* 57(6):1179–1187.
- Verbrugge, L. N., Dawson, M., Gettys, L. A., Leuven, R. S., Marchante, H., Marchante, E., ... & Vanderhoeven, S. (2021). Novel tools and best practices for education about invasive alien species. *Management of Biological Invasions* 12(1): 8–24
- Vigliano, P. & Alonso, M. (2007). Salmonid introductions in Patagonia: a mixed blessing. En: Theresa M. Bert (ed.), *Ecological and Genetic Implications of Aquaculture Activities*, 315–331.
- Vigliano, P.H. & Darrigran, G. (2002). Argentina's Freshwater Systems, Aliens in Wonderland. In Proceedings of the 11th International Conference on Aquatic Invasive Species. p. 25-44
- Vilá, M. y García-Berthou, E. (2008). ¿Qué son las invasiones biológicas? P 20-40. En: Vilá, M. Valladares, F., Traveset, A., Santamaría, L. y Castro, P. (Coord.) *Invasiones Biológicas*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid. 216 pp.
- Vilà, 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. (2011). Las invasiones biológicas en el campo conceptual de la biodiversidad: Un concepto clave para la educación ambiental en la formación docente. Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales no publicada. Neuquén: Universidad Nacional del Comahue.
- Vilches, A. M., Legarralde, T. I., & Darrigran, G. (2014). El conocimiento de los estudiantes del Profesorado en Ciencias Biológicas sobre " especie exótica" y " bioinvasiones" en Argentina. *Revista Bio-grafía*, 7(12),10-18.

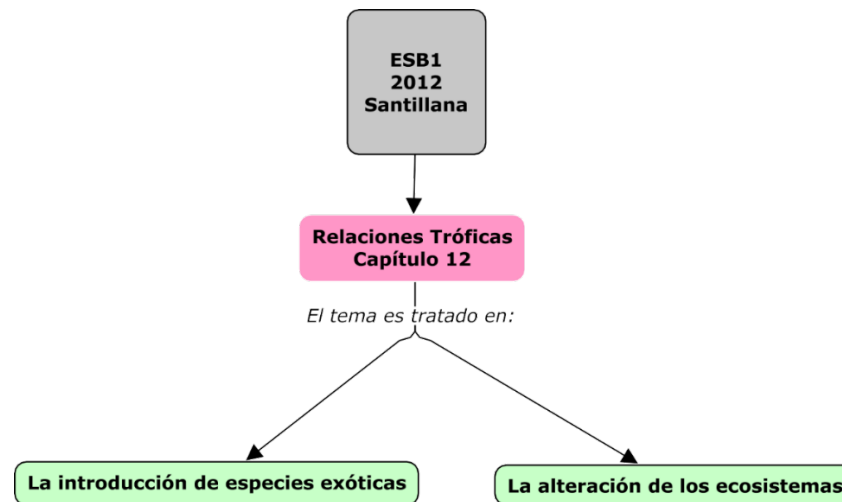
- Vilches, A. M., Legarralde, T. I., Ramírez, S., & Darrigran, G. A. (2015). Conocimiento y valoración de la biodiversidad en estudiantes del último año de profesorado de biología y geografía de Argentina. *Revista de Educación en Biología*, 18(2), 46-58.
- Vilches, A., Acosta, R., Barra, R. y Fernández, J. (2018). Evaluación del conocimiento sobre biodiversidad, especies exóticas y nativas en estudiantes de escuelas secundarias de la provincia de Buenos Aires. *Revista de Educación en Biología - Número Extraordinario*, 362-367.
- Vilches, A., Acosta, R., Barra, R., Fernández, J. Galván, E. y Lorenzo, J. (2016). Percepciones sobre los animales en estudiantes de escuelas rurales y urbanas de la provincia de Buenos Aires. XII Jornadas Nacionales y VII Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología. 5, 6 y 7 de octubre de 2016. Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina.
- Vilches, A., Arcarúa, N. y Darrigran, G. (2010). Introducción a la Biología de las Invasiones. *Boletín Biológica*. N° 17. 14-19.
- Wade, L. (2016). Humans spread through South America like an invasive species. *Science News*. DOI: 10.1126/science.aaf9881
- Waliczek, T., Williamson, P. & Oxley, F. (2017). College Student Knowledge and Perceptions of Invasive Species. *HortTechnology* 27 (4) 550–556.
- Wandersee, J. H. & Schussler, E. E. (2001). Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, 4, 2-9.
- Zacarías, G. G., Díaz Gómez, J. M., & de la Fuente, M. S. (2016). Biología, Ecología, Paleontología y filogenia de nuestra Tortuga chaqueña (*Chelonoidis chilensis*): Pequeño pariente de las tortugas terrestres de las islas galápagos. *Revista Temas BGNOA*, 6(1), 8-21.
- Zalba, S. M. & Villamil, C. B. (2002). Woody plant invasion in relictual grasslands. *Biological Invasions* 4: 55-72.
- Zamora Nasca, L., Montti, L., Grau, R., y Paolini, L. (2014). Efectos de la invasión del ligustro, *Ligustrum lucidum*, en la dinámica hídrica de las Yungas del noroeste Argentino. *Bosque (Valdivia)*, 35(2), 195-205.
- Zilio, M. (2019). El impacto económico de las invasiones biológicas en Argentina: cuánto cuesta no proteger la biodiversidad. *Asociación Argentina de Economía Política*. LIV Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política Bahía Blanca, 13, 14 y 15 de Noviembre de 2019. Disponible en: <https://econpapers.repec.org/paper/aepanales/>
- Ziller, S.R. (2004). Os processos de degradação ambiental originados por plantas exóticas invasoras. *Ciência Hoje*. https://ambientes.ambientebrasil.com.br/florestal/artigos/o_processo_de_degradacao_ambiental_originado_por_plantas_exoticas_invasoras.html
- Zimmerman, C. & Cuddington, K. (2007). Ambiguous, circular and polysemous: students' definitions of the "balance of nature" metaphor. *Public understanding of science*, 16, 393-406.
- Zimmermann, H. G., Sandi, M. P., y Rivera, A. B. (2005). La situación de *Cactoblastis cactorum* (Lepidóptera: Pyralidae) en el Caribe y la posibilidad de su diseminación a México. Informe para el Organismo Internacional de Energía

Atómica (OIEA), Departamento de Cooperación Técnica y División Conjunta
FAO/OIEA y la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV-SAGARPA)
como parte del. IAEA.

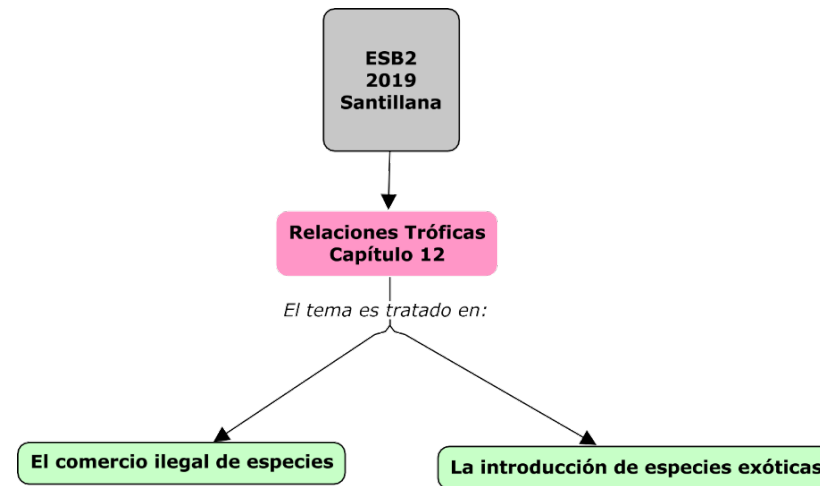
8. ANEXOS

Anexo I

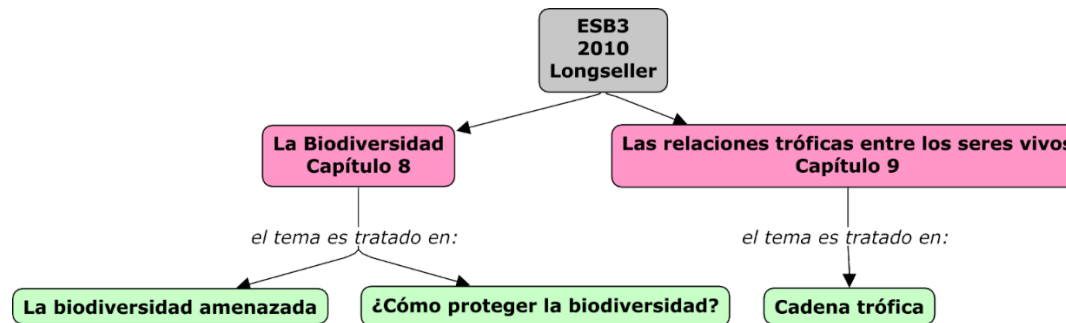
Temática sobre especies exóticas e invasiones biológicas abordada en cada libro de texto de ESB



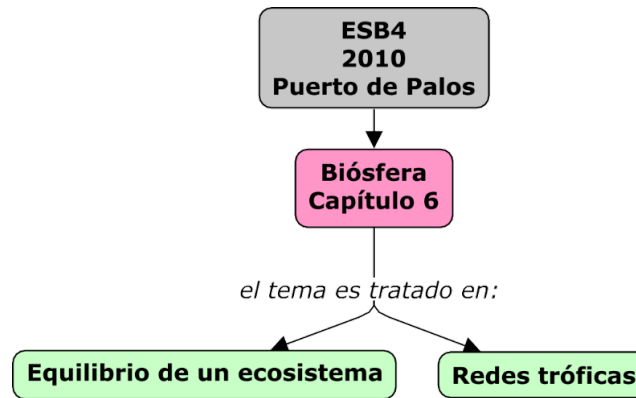
Balbiano, A. J. Díaz, F. G. Godoy, E. I. Iudica, C. E. López Arriazu, F. Leto, N. M. and Sargorodski, A. C. E. (2013). *Ciencias Naturales 1*. Conocer Más. ES 1° año. Buenos Aires, Editorial Santillana.



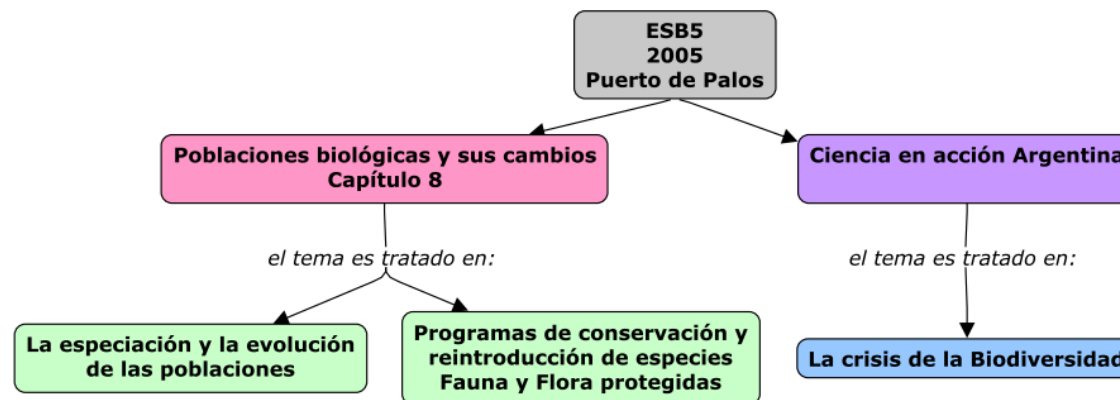
Cambiasso, C., Díaz, F., Iglesias, C., Leto, N., Perini, L., Serafini, G. (2019). Ciencias Naturales 1. CABA, Santillana.



Mosquera, M. S., Segura, A. F. y Gonçalves, S. (2010). Ciencias Naturales 1 ESB. Buenos Aires, Longseller.



Carmona de Rey, C., Cárdenas, H., de Dios, C., Carmona, C., Pusterla, V., Scacheri, H., Negrotti, P., Hermo, R., Kochmann, D., Martínez Filomeno, S. y Laskowicz, R. (2010). Logonautas, Ciencias Naturales 1. 1º edición. Buenos Aires, Puerto de Palos.



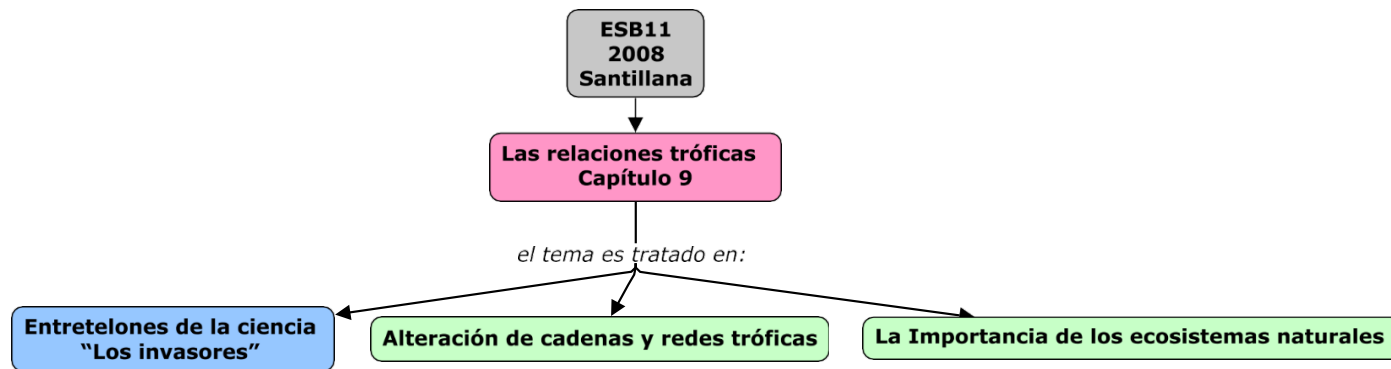
Capurro, M., Carreras, N., Courtalon, P., Cuniglio, F., Cwi, M., Monzón, A., Negrotti, P., Stutman, N., Gottschalk, K., Martino, L., Bosack, A. y Moreno, P. (2005). Ciencias Naturales 7 Astronomía- Geología-Biología- Física-Química, en estudio. Buenos Aires, Puerto de Palos. ISBN: 987-547-236-0



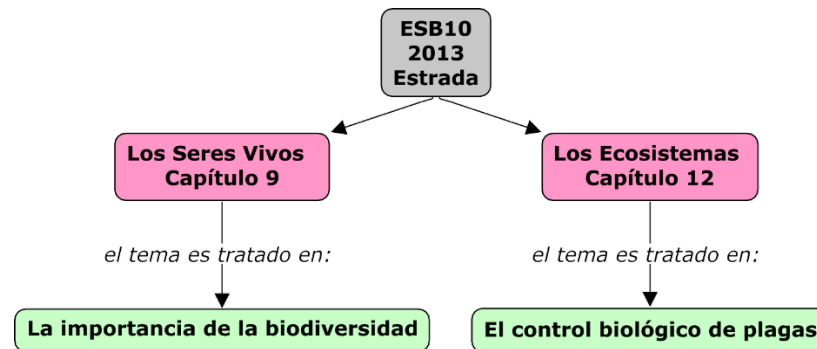
Aguilera, E., Cucci, G., Di Sciulio, A., Fortunato, M.E., Galotti, L. (2019). Avanza Ciencias Naturales: la interacción y la diversidad de los sistemas biológicos, los materiales y sus transformaciones, energía, cambio y movimientos, la tierra y el universo. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Kapelusz.



Carreras, N., Tignanelli, H., Hurrel, J., Rela, A., Furman, M., Antokolec, P. y Cousau de Grahan, M. (2010). Ciencias Naturales. Buenos Aires, Ediciones SM.



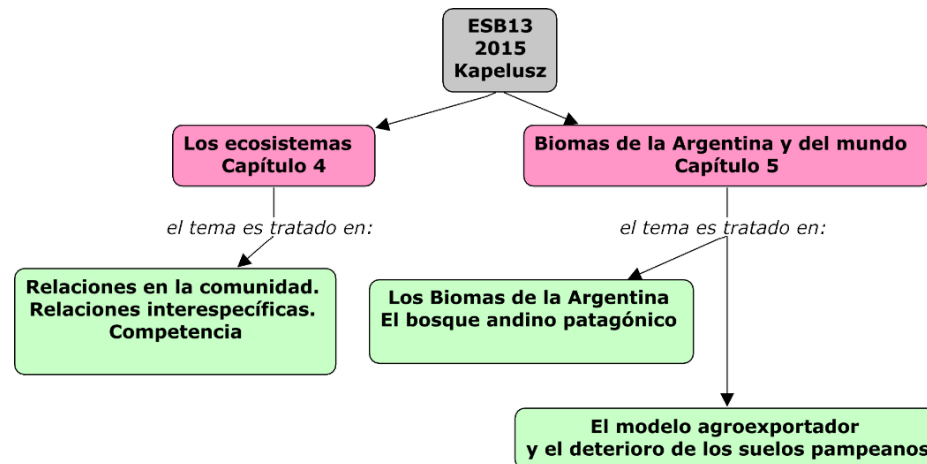
Alberico, P., Florio, A., Gleiser, M., Martínez, S., Taddei, F., Venero, R. (2013). Ciencias Naturales 1. Buenos Aires, Estrada.



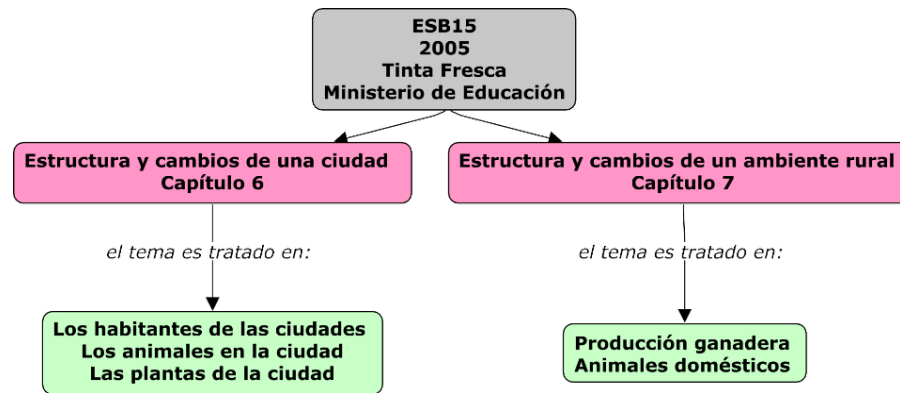
Franco, R., Frid, D., López de Riccardini, S., Rodríguez Vida, I., Sargorodski, A. y Serafini, G. 2008. Ciencias Naturales 7. Buenos Aires, Santillana.



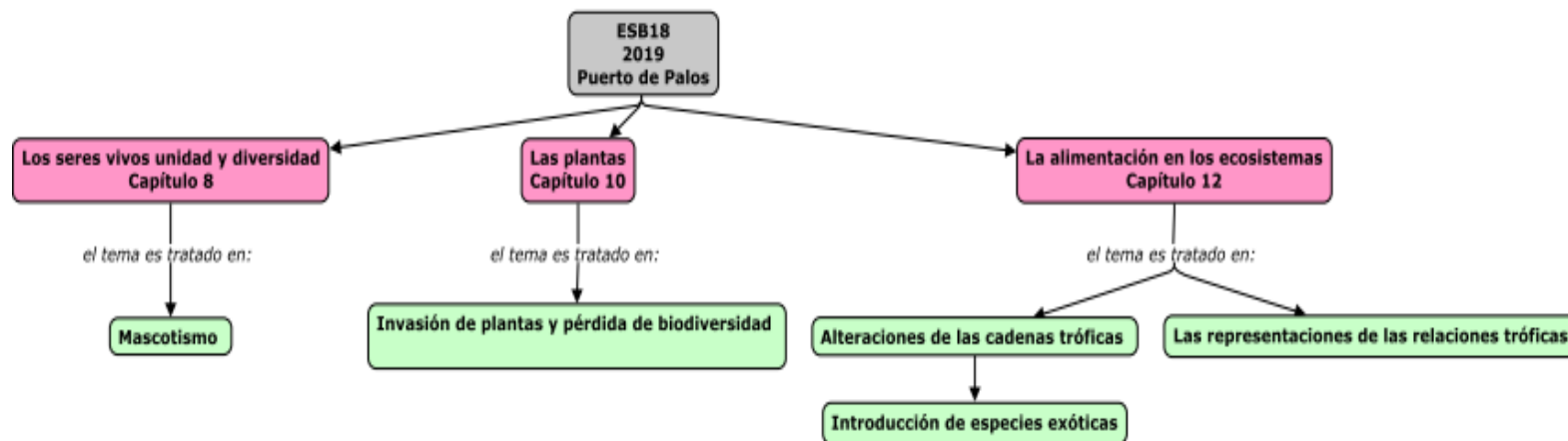
Balbiano, A., Cambiasso, C., Castro, A., Díaz, F., Godoy, E., Iglesias, M., Iudica, C., Jaul, M., Karaseur, F. y Serafini, G. (2015). Ciencias Naturales 1. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Santillana.



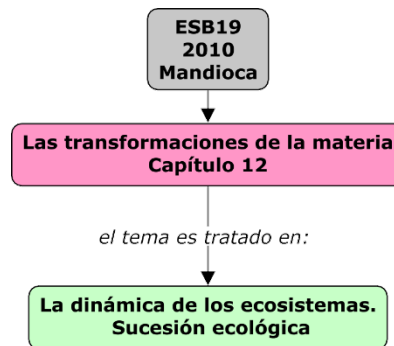
Carranza, A., Chernizki, M., Florio, A., Harburguer, L., Monteleone, A., Papayannis, C. y Tomás, M. (2011). Ciencias Naturales 1 Sistemas en interacción. Buenos Aires, Kapelusz



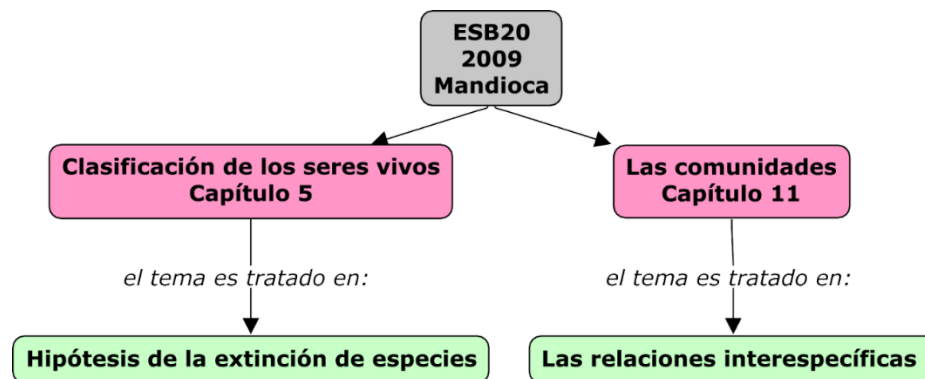
Caro, G., Nisenholc de Muler, R., Sellés-Martínez, J. y Settani, C. (2005). Ciencias Naturales. Buenos Aires, Tinta fresca.



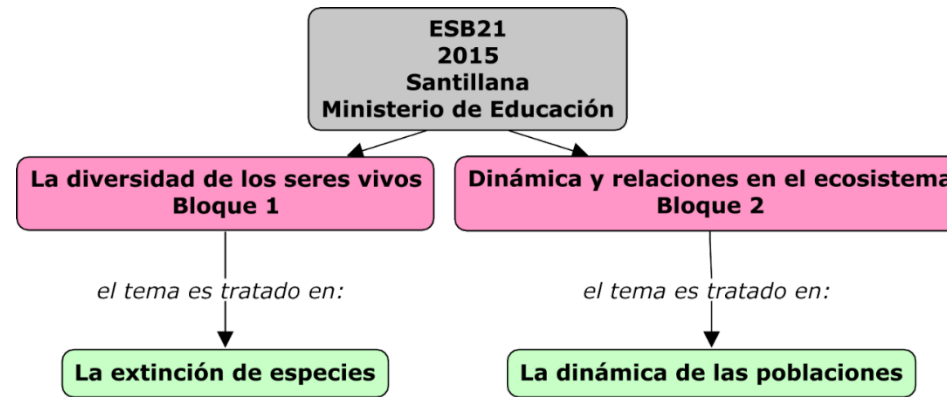
Romeu, S., Cocchi, D., Fanger, T., Borches, E. (2019). Ciencias Naturales 1. Buenos Aires, Puerto de Palos.



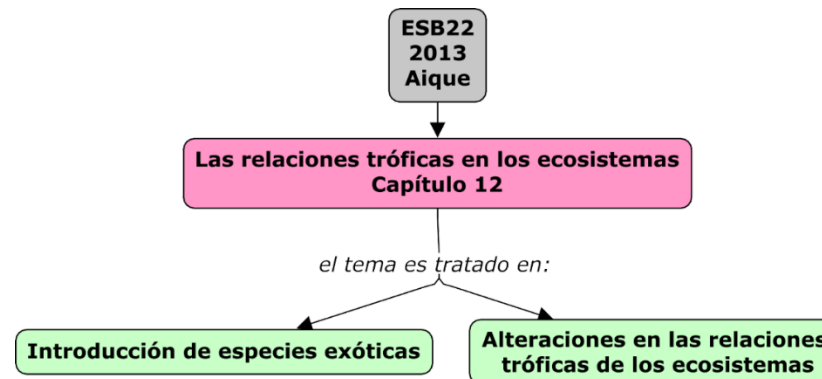
Adragna, E., Frid, D., Fiadone, R. (2010). Ciencias Naturales 1. Buenos Aires, Estación Mandioca.



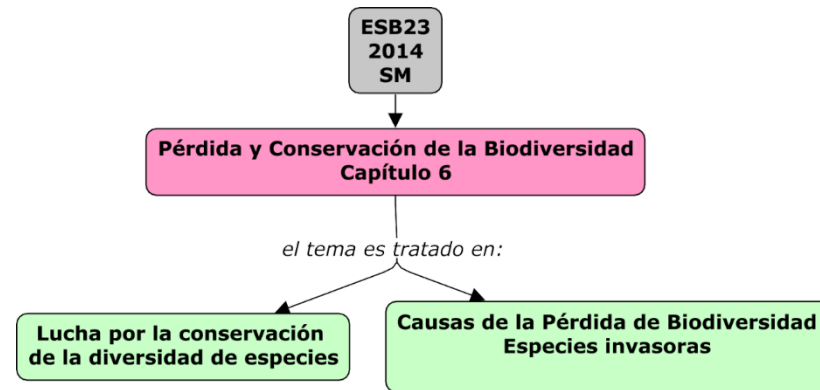
Antokolec, P., De Francesco, V., Florio, A., Harburguer, L., Haut, G. y Solís, M.J. (2009). Biología Para Pensar. Interacciones, diversidad y cambios en los sistemas biológicos. Buenos Aires, Kapelusz Editora.



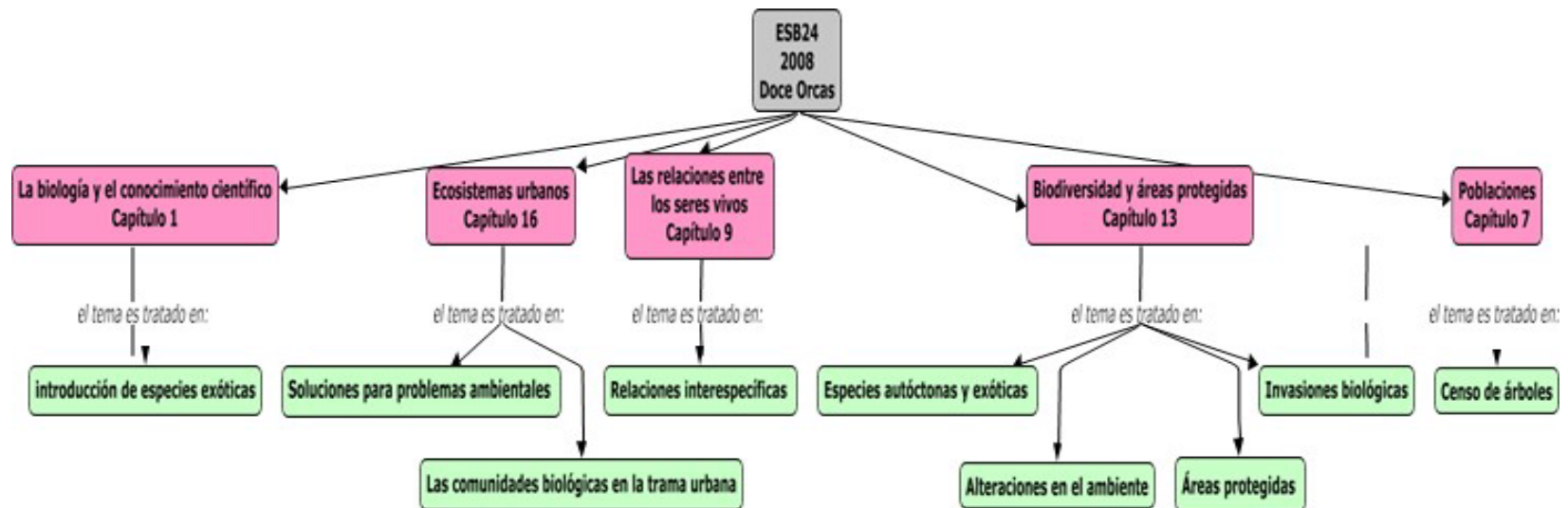
Antokolec, P., De Francesco, V., Di Sciuolo, A., Figueroa, J., Florio, A., Fortunato, M.E., Harburguer, L., Haut, G., Kreimer, A. y Solís, M.J. (2015). 2. Biología Para Pensar. Origen, diversidad y evolución de los sistemas biológicos: del individuo al ecosistema. Buenos Aires, Kapelusz Editora.



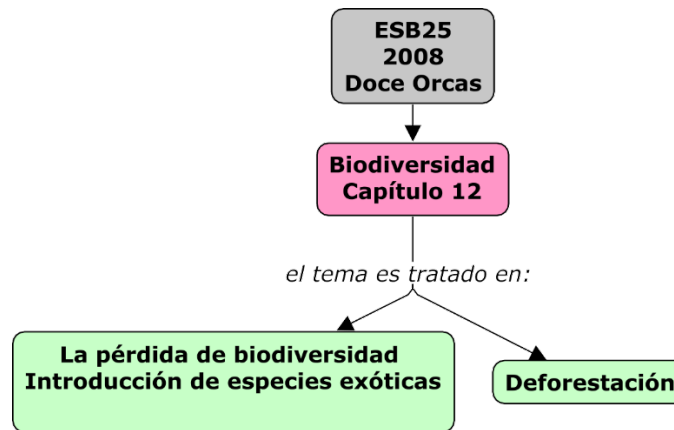
Mollerach, R., Stutman, N. y Hurrell, S. (2013). Ciencias Naturales I. El mundo en tus manos. Buenos Aires, Aique Grupo Editor.



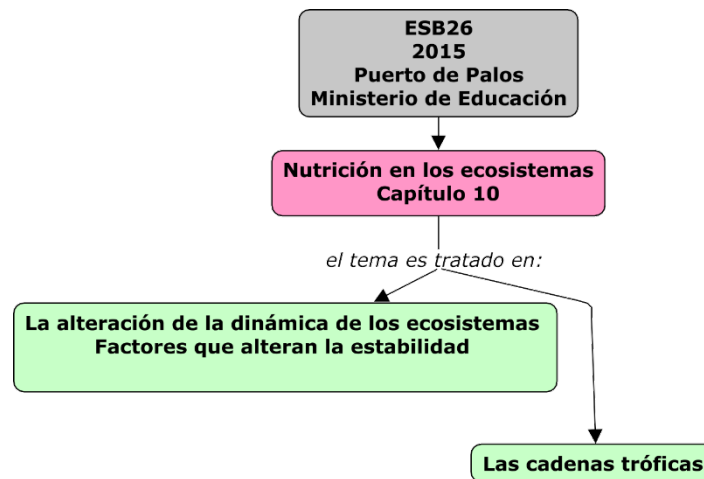
Onna, A., López, A., Juliani, A., Liberman, D., Klier, G., Folguera, G., Klier, J., Juliani, R. y Chirino, V. (2014). Biología. Los seres vivos, unidad y diversidad, nodos. Buenos Aires, SM.



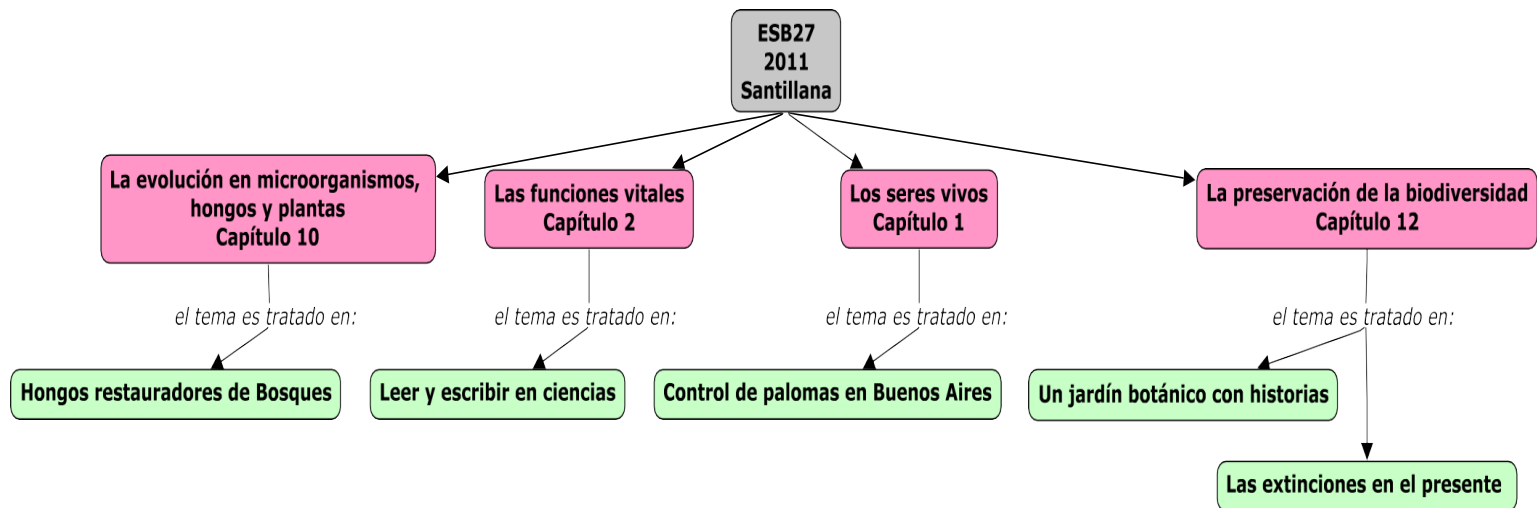
Bisheimer, M.V., Chirino, V., Feresin, M., Fernández, S.A, Ferretti, V. y Soave, G. (2008). Biología 1 Transformaciones de la materia y energía en los seres vivos. Buenos Aires, Doce orcas ediciones.



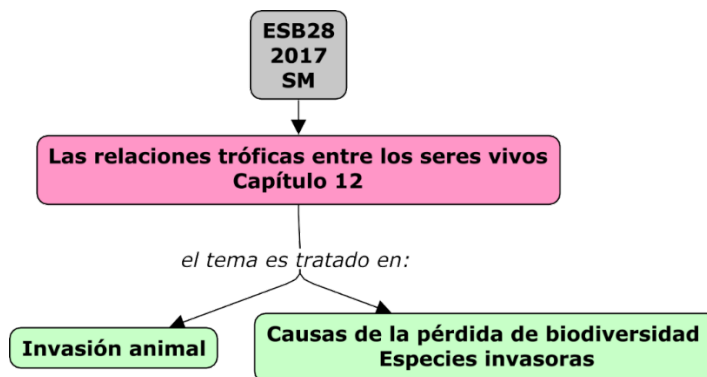
Bisheimer, M.V., Capurro, A., Cuniglio, F., Ferretti, V., Olivares, A., Saullo, S. y Soave, G. (2008). Biología. Buenos Aires, Doce orcas ediciones.



Frid, D., Valles, A., Godoy, A., Taddei, F. y Berler, V. (2015). Ciencias Naturales. Buenos Aires, Puerto de Palos.



Balbiano, A., Barderi, G., Bombara, N., Cambiasso, C., Castro, A., Chauvin, S., Godoy, E., Iglesias, M. Iudica, C. y Otero, P. (2016). Biología 1 Los seres vivos: aspectos evolutivos, reproducción y biodiversidad. CABA, Santillana.



Schneider, F., Herrero, V., Martínez, S. (2017). Ciencias Naturales Savia. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, SM.



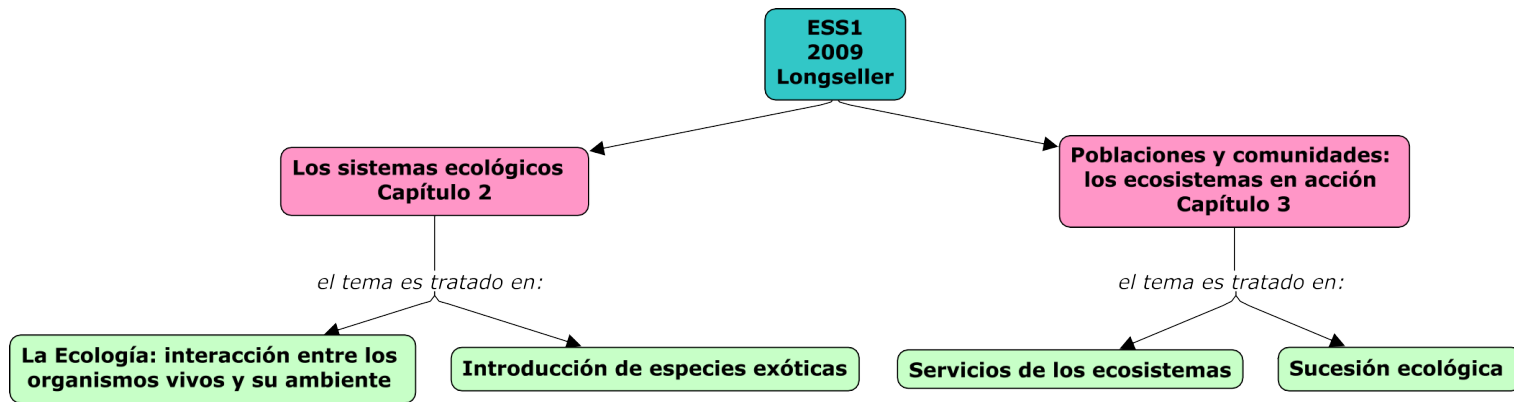
Fungueiro, M., Rivas, L., Serrano, A., Cortelletti, F. y Marzán, M. (2017). Ciencias Naturales 1. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Estación Mandioca.



Galperin, D., Gleiser, M., Joselevich, M., Laje, R., Martínez, S., Melchiorre, L., Rosenzvit, M. y Sargoroschi, A. (2016). Ciencias Naturales 1. Buenos Aires, Edelvives.

Anexo II

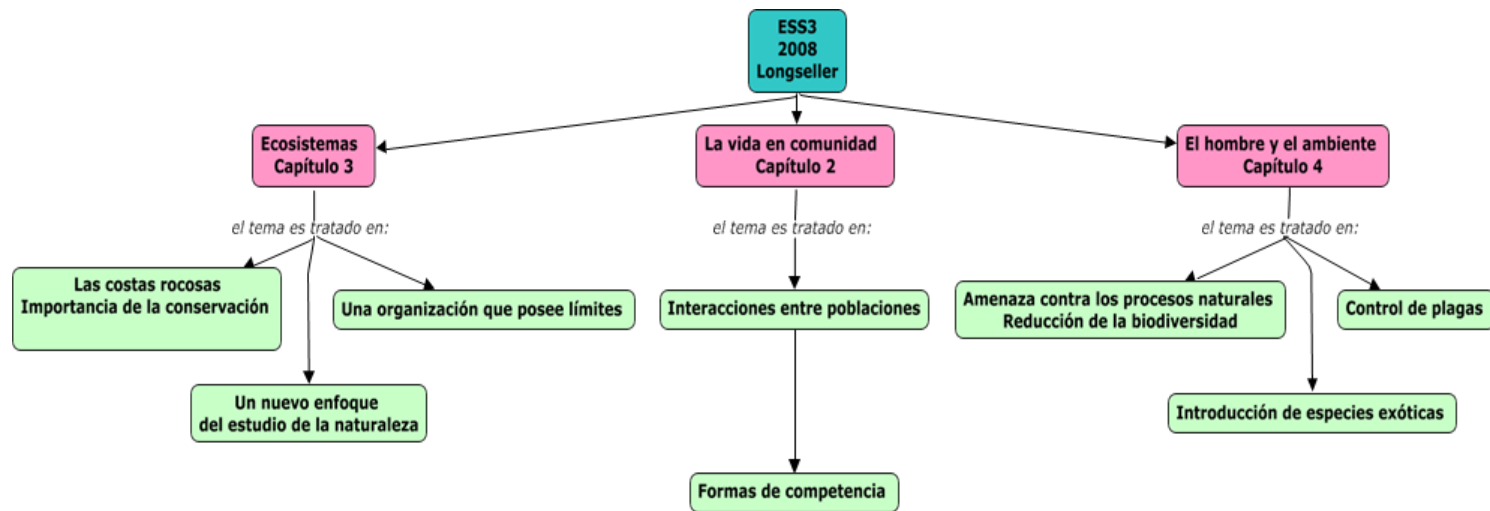
Temática sobre especies exóticas e invasiones biológicas abordada en cada libro de texto de ESS



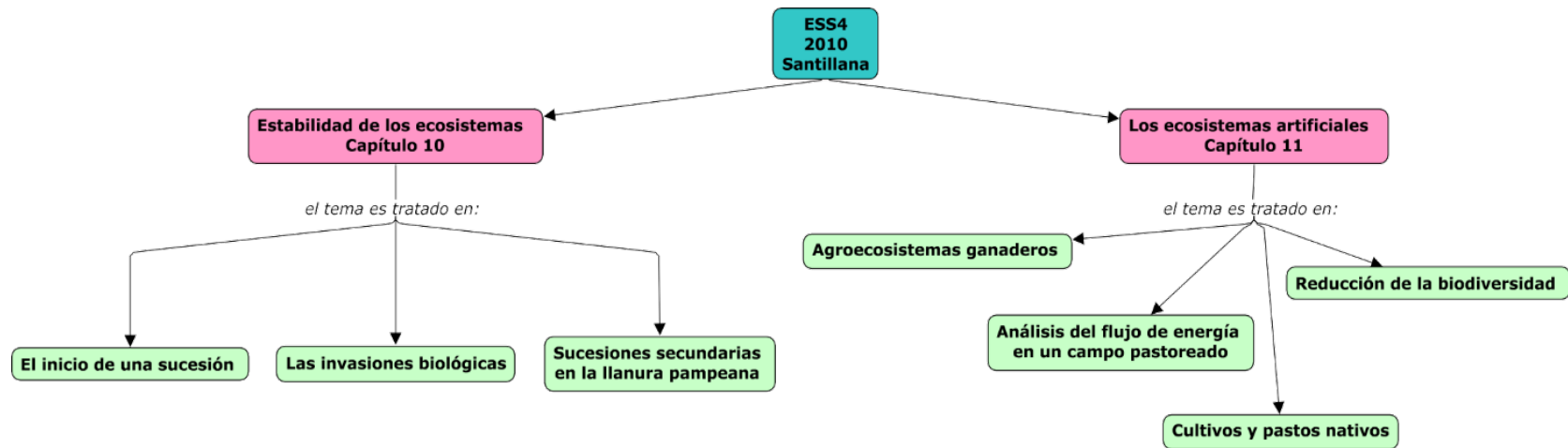
Valerani, A. y Busca, M. (2009). Biología: Poblaciones, comunidades y ecosistemas. Buenos Aires, Longseller.



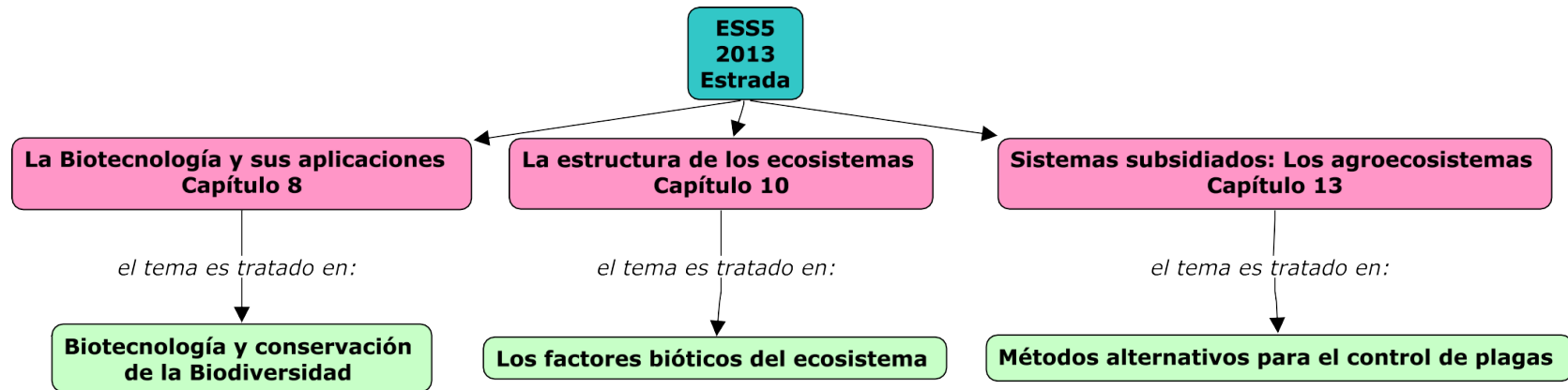
Santadino, M. y Riquelme Virgala, M. (2011). Biología: Transformación e intercambio de la materia y la energía: desde la célula hasta los ecosistemas. Buenos Aires, Longseller.



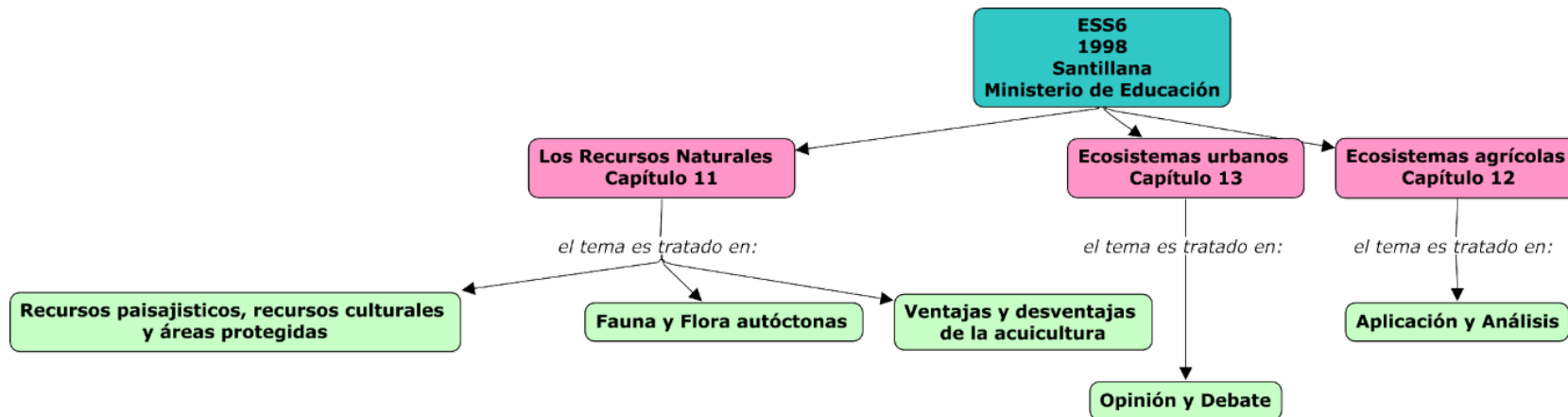
Muzzanti, S. y Espinoza, A.M. (2008). Biología: El ecosistema y la preservación del ambiente. Buenos Aires, Longseller.



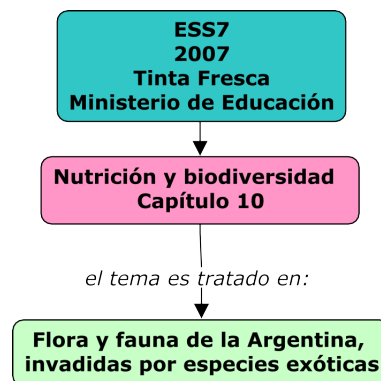
Balbiano, A.J., Franco, R., Godoy, E.I., Iglesias, M.C., Iudica, C.E., Otero, P.A. y Suárez, H.I. (2010). Biología. El intercambio de materia y energía y energía en el ser humano, en las células y en los ecosistemas. ES: 4º año. Buenos Aires, Santillana. ISBN: 978-950-46-2267-3



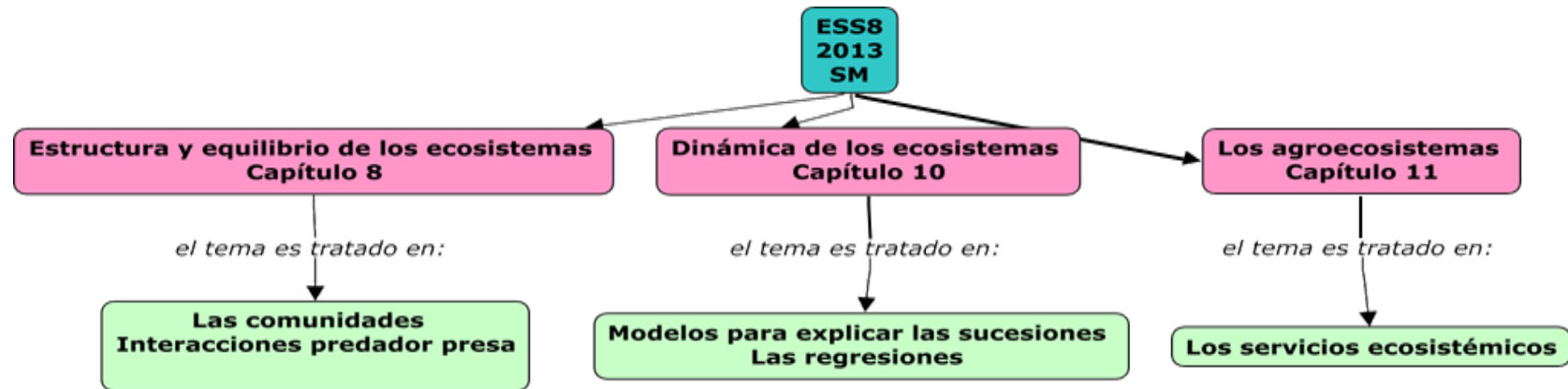
Bocalandro, N., Frid, D. y Socolovsky, L. (2013). Biología 4. Intercambios de materia y energía, de la célula al ecosistema. San Isidro, Serie Huellas Editorial Estrada.



Cuniglio, F., Barderi, M., Bilenca, D., Granieri, P., Lotersztain, I., Fernández, E., Kechichian, G. (2000). Biología y Ciencias de la Tierra. Buenos Aires, Santillana.



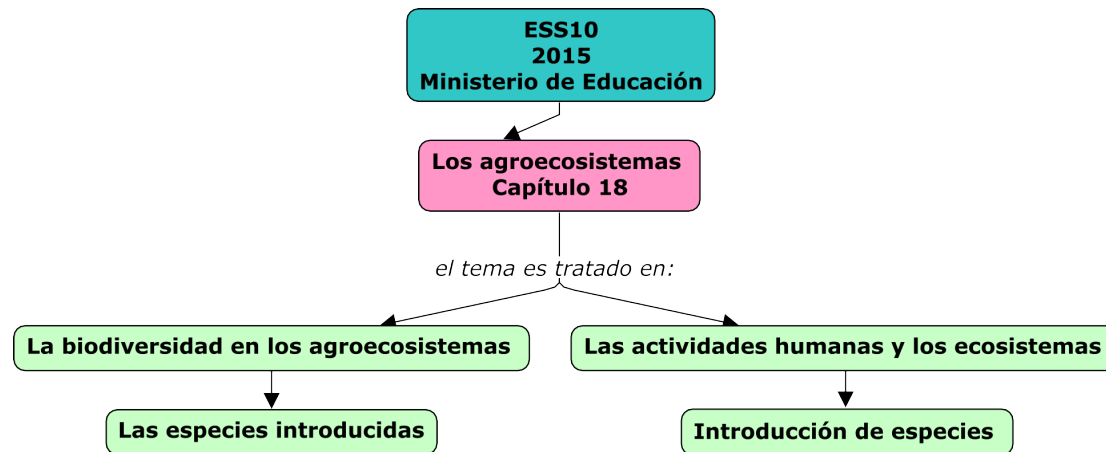
Bazán, M., Caro, G., Lasalle, A., Maldonado, A., Rodríguez, M., Sabbatino, V. y Valli, R. (2007). Biología. La Plata, DGCyE de la provincia de Buenos Aires, programa textos escolares para todos.



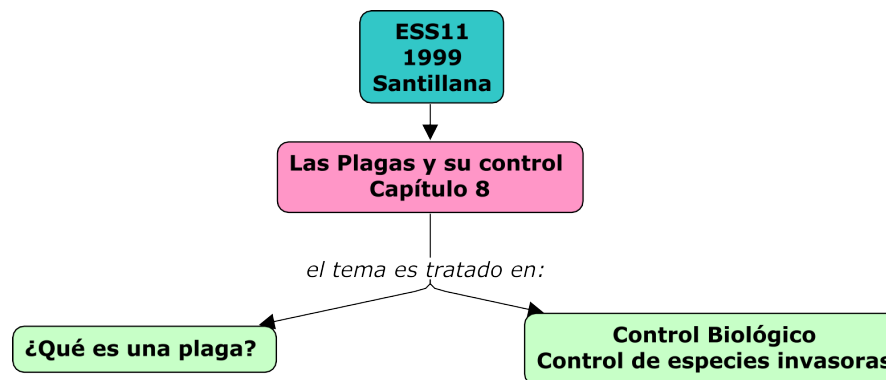
Wolovelsky, E., Mosca, J. y Liberman, D. (2013). Biología. Intercambios de materia y energía en los organismos pluricelulares, las células y los ecosistemas. Buenos Aires, Ediciones SM.



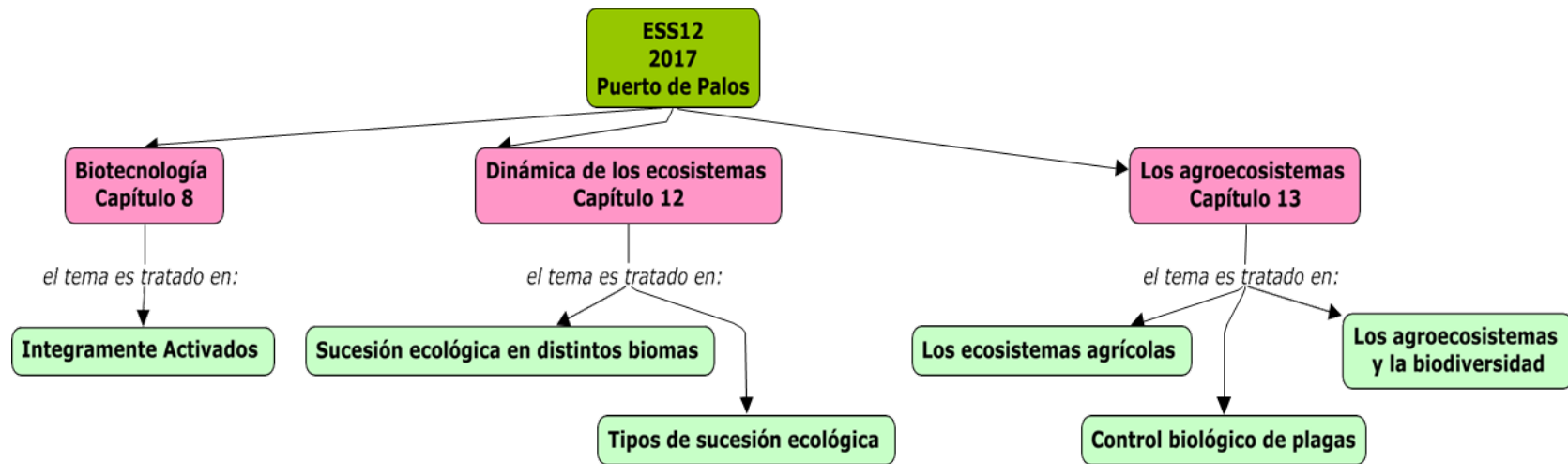
Bocalandro, N., Frid, D. y Socolovsky, L. (2009). Ecología y Evolución. Buenos Aires, Editorial Estrada.



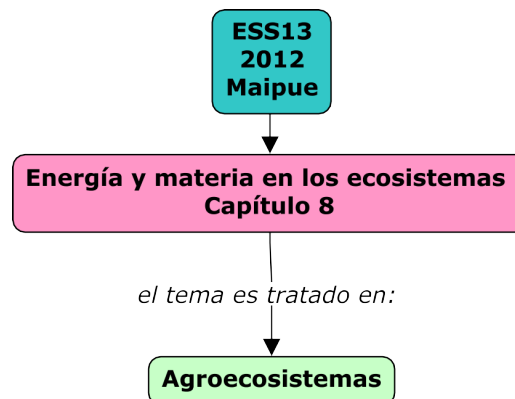
Adami, S., Banús, M. del C., Bocchino, C., Figueroa, J., Fortunato, M.E., García Tornadú, I., Gutiérrez, I., Harburguer, L., Haut, G., Jamui, J., Kreimer, A., Rivera, S., Sabbadino, V. y Zacharias, C. (2010). *Biología para pensar. Intercambios de materia y energía de los sistemas biológicos: de la célula a los ecosistemas*. Buenos Aires, Kapeluz Norma Editora.



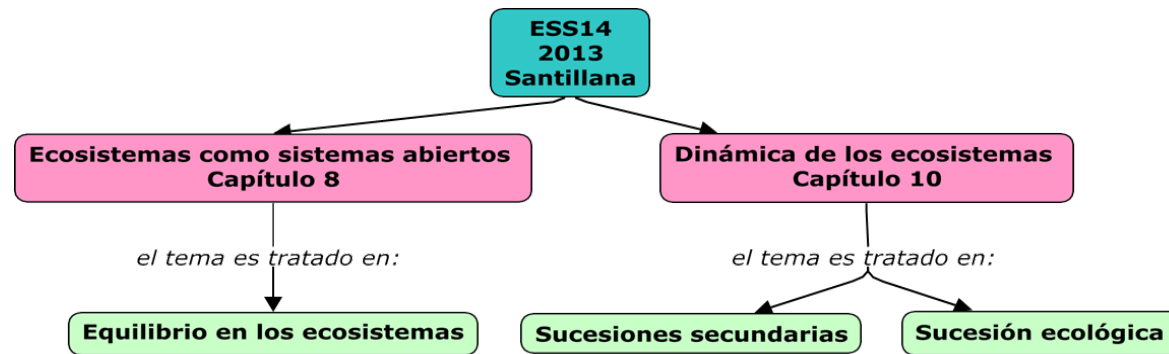
Bilenca, D. y Kechichian, G. (2000). *Ecología urbana y rural*. Buenos Aires, Santillana.



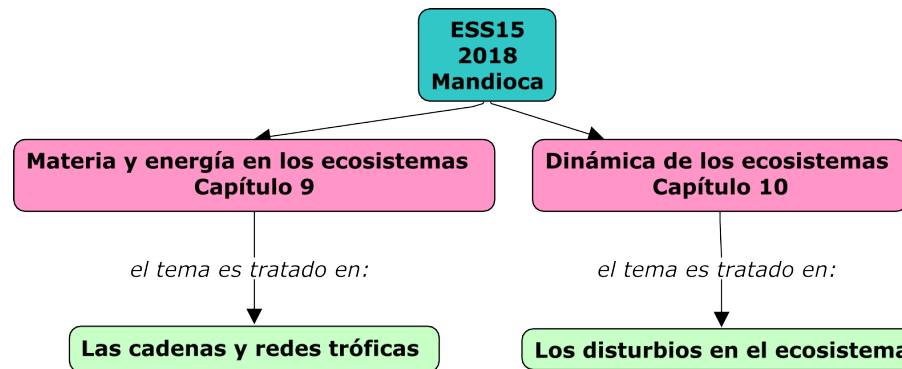
Vatuone, L. (2017). Biología 4. Intercambio de materia y energía en los seres vivos, la célula y los ecosistemas. Buenos Aires, Puerto de Palos.



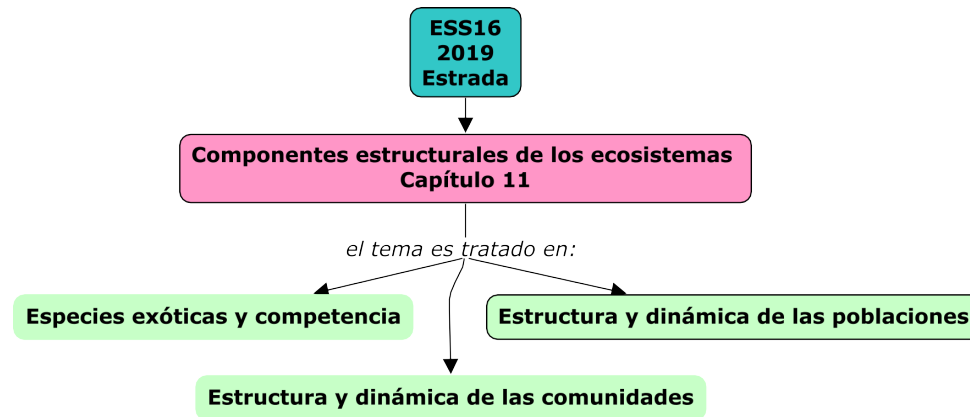
Díaz, M., Ercoli, P., Gailhou, C. y Tedesca, S. (2012). Biología IV. Ituzaingó, Maipue.



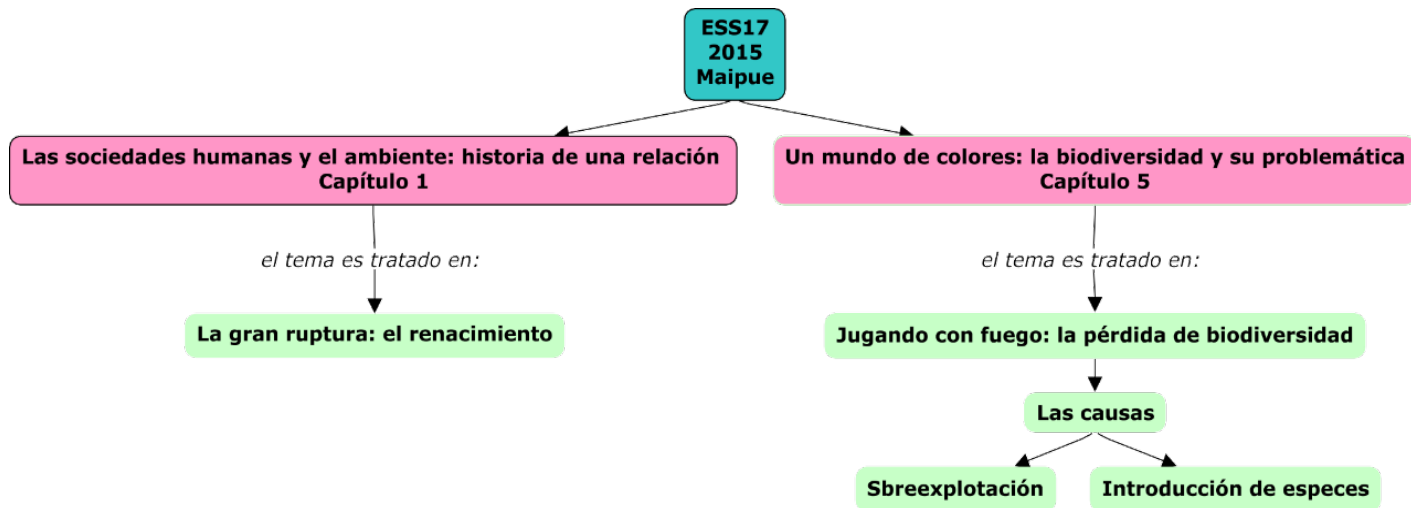
Balbiano, A.J., Barderi, M., Molinari Leto, N., Iudica, C. y Otero, P.A. (2013). Biología. El intercambio de materia y energía y energía en el ser humano, en las células y en los ecosistemas. ES: 4º año. Buenos Aires, Editorial Santillana.



Alcain, j., Gascue, F., Serrano, A. y Solano, J. (2018). Biología IV. Intercambios de energía, de la célula al ecosistema. Buenos Aires, Estación Mandioca.



Aljanati, D., Lacreau, L. y Socolovsky, L. (2019). Biología 4, Intercambios de materia y energía, de la célula al ecosistema. Buenos Aires, Estrada.



Anzolín, A. (2015). Ambiente, Desarrollo y Sociedad. Ituzaingó, Maipue.

Anexo III

Matriz de Burt o matriz simétrica que permite analizar las relaciones que se establecen entre todas las variables entre sí; la diagonal indica la relación de cada variable consigo misma. VOL: introducción voluntaria. INVOL: Introducción involuntaria. CEE: Invasividad. CAMB: Invasibilidad. IECOL: Impacto ecológico. ISAN: Impacto sanitario. IECON: Impacto económico.

	VOL-0	VOL-1	INVOL-0	INVOL-1	CEE-0	CEE-1	CAMB-0	CAMB-1	IECOL-0	IECOL-1	ISAN-0	ISAN-1	IECON-0	IECON-1
VOL-0	14,00	0,00	11,00	3,00	9,00	5,00	11,00	3,00	0,00	14,00	14,00	0,00	13,00	1,00
VOL-1	0,00	28,00	18,00	10,00	6,00	22,00	9,00	19,00	2,00	26,00	21,00	7,00	18,00	10,00
INVOL-0	11,00	18,00	29,00	0,00	14,00	15,00	17,00	12,00	2,00	27,00	27,00	2,00	25,00	4,00
INVOL-1	3,00	10,00	0,00	13,00	1,00	12,00	3,00	10,00	0,00	13,00	8,00	5,00	6,00	7,00
CEE-0	9,00	6,00	14,00	1,00	15,00	0,00	12,00	3,00	1,00	14,00	15,00	0,00	13,00	2,00
CEE-1	5,00	22,00	15,00	12,00	0,00	27,00	8,00	19,00	1,00	26,00	20,00	7,00	18,00	9,00
CAMB-0	11,00	9,00	17,00	3,00	12,00	8,00	20,00	0,00	2,00	18,00	20,00	0,00	17,00	3,00
CAMB-1	3,00	19,00	12,00	10,00	3,00	19,00	0,00	22,00	0,00	22,00	15,00	7,00	14,00	8,00
IECOL-0	0,00	2,00	2,00	0,00	1,00	1,00	2,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	1,00	1,00
IECOL-1	14,00	26,00	27,00	13,00	14,00	26,00	18,00	22,00	0,00	40,00	33,00	7,00	30,00	10,00
ISAN-0	14,00	21,00	27,00	8,00	15,00	20,00	20,00	15,00	2,00	33,00	35,00	0,00	28,00	7,00
ISAN-1	0,00	7,00	2,00	5,00	0,00	7,00	0,00	7,00	0,00	7,00	0,00	7,00	3,00	4,00
IECON-0	13,00	18,00	25,00	6,00	13,00	18,00	17,00	14,00	1,00	30,00	28,00	3,00	31,00	0,00
IECON-1	1,00	10,00	4,00	7,00	2,00	9,00	3,00	8,00	1,00	10,00	7,00	4,00	0,00	11,00

Anexo IV

Tabla disyuntiva para los 42 LT y las 14 modalidades analizadas por correspondencias múltiples (ACM). VOL: introducción voluntaria. INVOL: Introducción involuntaria. CEE: Invasividad. CEMB: Invasibilidad. IECOL: Impacto ecológico. ISAN: Impacto sanitario. IECON: Impacto económico.

	VOL-0	VOL-1	INVOL-0	INVOL-1	CEE-0	CEE-1	CAMB-0	CAMB-1	IECOL-0	IECOL-1	ISAN-0	ISAN-1	IECON-0	IECON-1
ESB1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1
ESB2	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
ESB3	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
ESB4	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
ESB5	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
ESB7	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
ESB8	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
ESB10	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
ESB11	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1
ESB12	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
ESB13	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
ESB15	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
ESB18	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
ESB19	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
ESB20	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
ESB21	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
ESB22	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0

Continuación Anexo IV. Tabla disyuntiva para los 42 LT y las 14 modalidades analizadas por correspondencias múltiples (ACM). VOL: introducción voluntaria. INVOL: Introducción involuntaria. CEE: Invasividad. CEMB: Invasibilidad. IECOL: Impacto ecológico. ISAN: Impacto sanitario. IECON: Impacto económico.

	VOL-0	VOL-1	INVOL-0	INVOL-1	CEE-0	CEE-1	CAMB-0	CAMB-1	IECOL-0	IECOL-1	ISAN-0	ISAN-1	IECON-0	IECON-1
ESB23	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
ESB24	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
ESB25	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
ESB26	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
ESB27	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
ESB28	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1
ESB29	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
ESB30	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
ESS1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
ESS2	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1
ESS3	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
ESS4	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
ESS5	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
ESS6	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
ESS7	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
ESS8	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
ESS9	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
ESS10	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
ESS11	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0

Continuación Anexo IV. Tabla disyuntiva para los 42 LT y las 14 modalidades analizadas por correspondencias múltiples (ACM). VOL: introducción voluntaria. INVOL: Introducción involuntaria. CEE: Invasividad. CEMB: Invasibilidad. IECOL: Impacto ecológico. ISAN: Impacto sanitario. IECON: Impacto económico.

	VOL-0	VOL-1	INVOL-0	INVOL-1	CEE-0	CEE-1	CAMB-0	CAMB-1	IECOL-0	IECOL-1	ISAN-0	ISAN-1	IECON-0	IECON-1
ESS12	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1
ESS13	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
ESS14	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
ESS15	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0
ESS16	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0
ESS17	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1

