

# Desinterés del Pasado, Decisiones del Futuro: educación para prevenir las invasiones biológicas

## Disinterestedness in the Past, Decisions of the Future: education to prevent the biological invasions

Gustavo Darrigran\*, Alfredo Vilches y Teresa Legarralde

Departamento Ciencias Exactas y Naturales; Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación;  
Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

\*E-mail: invasion@fcnym.unlp.edu.ar

### Resumen

La introducción de especies exóticas es la segunda causa de la pérdida de biodiversidad mundial después de la destrucción física del hábitat. Cuando las especies exóticas o no-nativas se vuelven invasoras, generan impactos ambientales (tanto en el medio acuático como terrestre), económicos y sociales. Estos pueden percibirse en la modificación del hábitat nativo, como por ejemplo *macrofouling* (incrustaciones en el medio acuático de organismos mayores a 1mm, sobre organismos y/o estructuras artificiales), en la introducción colateral de parásitos (potenciales causantes de enfermedades), depredadores de especies comerciales, etc. El objetivo del presente artículo es aportar un marco teórico acerca de las invasiones biológicas (en especial referida al medio acuático) como uno de los aspectos a tener en cuenta al abordar las causas que conducen a la pérdida de biodiversidad, y como herramienta para su utilización en el aula.

**Palabras clave:** biodiversidad, invasiones biológicas, especies exóticas, pérdida de biodiversidad, ambiente acuático.

### Abstract

The introduction of exotic species is the second cause of world biodiversity loss after the physical destruction of the habitat. When the exotic or non-native species become invasive, they produce not only environmental impacts (in the aquatic as well as in the land environment), but also economic and social ones. These impacts can be perceived in the modification of the native habitat, such as *macrofouling* (in-sertions in the aquatic environment of organisms larger than 1mm over artificial organisms and/or structures), the collateral introduction of parasites (potential causes of diseases), depredators of commercial species, etc. The objective of this article is to provide a theoretical framework about the biological invasions (especially those related to the aquatic environment), as one of the aspects to take into account when considering the causes that produce the biodiversity loss, and as a tool to be used in the classroom.

**Key words:** biodiversity, biological invasions, exotic species, biodiversity loss, aquatic environment.

## Introducción

En la actualidad, a partir de la globalización comercial y el cambio global que sufre el planeta, se genera el medio dentro del cual la biodiversidad se encuentra en crisis (Darrigran y Damborenea, 2005a). El concepto de biodiversidad involucra no solo a la riqueza y/o cantidad de especies, sino también al paisaje y genoma existente (Malacalza, 2004). Estos tres niveles constitutivos de la biodiversidad no están aislados, por el contrario interactúan de forma tal que generan lo que en Economía Ecológica se denomina "bienes ecosistémicos" y "servicios ecosistémicos" (Bonino, 2003). Asimismo, hay que considerar, como ocurre con otros problemas ambientales (e.g. conta-

minación), el uso económicamente eficiente de un recurso que involucre preservar su calidad ambiental (e.g. el agua), no se alcanza dejando actuar a los mercados y a las señales que los mismos emiten al cotizar el valor de estos recursos a través de los precios (Darrigran y Darrigran, 2001). Es en este medio donde los docentes debemos afrontar el desafío. Este reto consiste en propiciar a los estudiantes, un ambiente en el cual la sociedad conceptualice la crisis que atraviesa hoy la biodiversidad y sus implicancias (Darrigran, *et al.*, en prensa). Por lo tanto, si ese ambiente debe darse en el ámbito escolar, el docente debe afrontar este reto a través de la estimulación de una actitud de responsabilidad del alumno en difundir y formar a la sociedad que lo rodea en pos de esos con-

ceptos. Es necesario entonces, desarrollar no sólo los contenidos biológicos, sino además generar, incrementar y poner en práctica las actitudes de valoración de la naturaleza y su conservación (Oggero y Vischi, 2005). Este desafío docente se centra en dos aspectos (Darrigran, *et al.*, en prensa):

- Generar estrategias de enseñanza tendiente a comprender la diversidad biológica y sus enormes potencialidades para mejorar la calidad de vida.
- Generar una actitud crítica en relación con la crisis actual que atraviesa la biodiversidad.

Por lo tanto, este desafío puede tener éxito sobre la base de conocer los factores que afectan y generan la crisis actual de la diversidad biológica. Dentro de estos factores se considera a las bioinvasiones como la segunda causa de pérdida de biodiversidad en el mundo (el primero es la destrucción del hábitat por el hombre) y han pasado a constituir un agente más del llamado cambio global (Dukes y Mooney, 1999). Por lo expuesto, en este trabajo se pretende aportar un marco teórico sobre este tema emergente, invasiones biológicas o bioinvasiones, el cual podría ser utilizado como material didáctico o de consulta en las prácticas áulicas. Según el criterio de los autores de este trabajo, este novedoso tema es tratado con poca profundidad en los libros de textos más comúnmente usados. Por lo tanto se hace necesario producir materiales que puedan servir como recursos didácticos, con el objeto de generar estrategias para el uso y el manejo de la naturaleza, orientando así su tratamiento en el aula. El tratamiento que se haga del mismo como recurso didáctico, dependerá de las adecuaciones que realice cada docente. A modo de sugerencia podría ser, por ejemplo, incorporar estos temas al diseño de las unidades didácticas en forma de tópicos generativos, ya que son centrales para las Ciencias Ambientales. Esto permitirá establecer conexiones intra e interdisciplinarias, las cuales serán interesantes tanto para los alumnos como para los docentes (Pogré, 2002). Esto permitiría establecer claramente las metas de comprensión que queremos que los alumnos desarrollen, y los desempeños que se desprenden de ellas, posibilitando un "aprendizaje relevante" (Pérez Gómez, 1991), es decir

un aprendizaje que trascienda el ámbito escolar y pueda ser utilizado en la vida cotidiana.

Por su parte, sobre la base de la experiencia e investigaciones realizadas por los autores de la presente contribución, y de lo amplio que significa abordar este tema, se plantea la problemática de forma general, haciendo hincapié en las bioinvasiones acuáticas. Para profundizar en el tema de las bioinvasiones en medio terrestre, se puede consultar bibliografía ad-hoc (e.g. Programa Mundial sobre especies Invasoras, 2005; Mooney & Hobbs, 2000; Money, *et al.*, 2005).

## Desarrollo

Se considera a una especie como introducida a aquella distribuida, directa o indirectamente por cualquier actividad humana, fuera de su rango natural de dispersión (Darrigran y Damborenea, 2006a). A su vez una especie es considerada invasora cuando: se dispersa ampliamente, coloniza el ecosistema natural o seminatural, y se torna muy abundante ocasionando perjuicio al ecosistema, a sus bienes y servicios.

El concepto de invasiones biológicas comenzó a utilizarse en la década del 1950 (Elton, 1958). Desde entonces, en la medida que se fue tomando conciencia de la importancia que tenía este proceso de invasión, mayor fue el incremento de las publicaciones científicas dedicadas a ese tema y con ellas la expansión del número de términos técnicos creados, muchas veces aplicados en forma inconsistente o inadecuada. Un buen intento de descripción de lo sucedido en este sentido puede consultarse en Falk-Petersen, *et al.* (2006). Estos autores señalan la cantidad de términos aplicada a éste proceso es de tal magnitud, que llega a entorpecer la propia definición de bio-invasión o invasión biológica. Asimismo, en Falk-Petersen, *et al.* (2006), se listan y valoran los términos y conceptos comúnmente utilizados en la bibliografía de las bioinvasiones, y solo sugieren los más adecuados para utilizar. Independientemente y de modo paralelo a este problema semántico, los procesos de invasión de especies se incrementan como resultado de la dinámica interna que caracteriza a cada especie invasora y a la disponibilidad o susceptibilidad que presenta el hábitat como receptor (Darrigran,

2006). Actualmente, existe la tendencia de unificar términos sobre la base de dos aspectos involucrados en el proceso de invasión (Marco *et al.*, 2002): uno que atañe a la especie invasora (*invasiveness*, o capacidad de invasión; se refiere a la facultad propia de una especie en particular para invadir un hábitat determinado) y el otro en relación con el ambiente receptor (*invasibility*, o susceptibilidad del ambiente; este alude a las características propias de un hábitat que determinan su disponibilidad para el establecimiento y dispersión de una especie invasora).

Aunque la distribución de las especies cambia naturalmente a lo largo del tiempo, la actividad del hombre incrementa la tasa y la escala espacial de estos cambios, en forma intencional o no (Darrigran y Damborenea, 2006b). Este incremento ocurre a través de corredores de invasión (rutas acuáticas, terrestres o aéreas; comerciales y/o turísticas). Paralelo a estos hechos, los ambientes se encuentran alterados como consecuencia de cambios en el uso de la tierra por ejemplo por deforestación, urbanización, agricultura; asimismo existen cambios en los regímenes de precipitación, clima, etc. Estos cambios crean un medio potencialmente favorable para el establecimiento y expansión de las especies introducidas (Dukes y Mooney, 1999), en donde, si estas presentan características biológicas como gran capacidad adaptativa/reproductiva, se convierten en invasoras y desplazan o eliminan a las especies nativas las que se encuentran más débiles por estar tratando de adaptarse al cambio que sufrió el ambiente en donde cumple todo su ciclo vital y no son capaces de soportar la competencia de una bioinvasión.

### **Vectores**

En la actualidad, al considerar a las bioinvasiones acuáticas en particular, el vector más importante es el agua de lastre de las embarcaciones (se entiende por vector al medio por el cual una especie accede a un nuevo hábitat distante de su región nativa o de su distribución actual). El agua de lastre es el medio por el cual las embarcaciones pueden navegar con sus bodegas vacías; esta se almacena, desde el puerto de origen, en tanques especiales y cuando el barco llega puerto destino, se vuelca con todas las potenciales especies transporta-

das- al llenar sus bodegas. Todavía no se ha puesto en vigor una legislación que controle este vector. Este hecho particular evidencia la desatención que hasta el presente las sociedades tienen en relación con esta causa de destrucción de la diversidad biológica. Por su parte, Carlton y Ruiz (2004), dos investigadores pioneros en el estudio del agua de lastre y en alertar sobre la problemática que acarrea este medio de transporte, señalan a los vectores como el "talón de Aquiles" de las bioinvasiones. Si los vectores fueran interceptados, las bioinvasiones podrían disminuir o controlarse. Estos autores definen para tal fin seis categorías de vectores: barcos; acuicultura; biocontrol; escape de especies transportadas con fines ornamentales, agrícola o de investigación; canales; categorías combinadas.

### **Introducción accidental vs. intencional**

La mayoría de las introducciones de organismos exóticos son mediadas por actividades humanas. El término *accidental* es aplicado, esencialmente, para encubrir una introducción que marca una deficiencia de las instituciones que realizan el control/prevenición. Se utiliza en forma eufemística, al igual que los términos "no-intencional", "inadvertidos", "inconscientes", "escape o fuga". Por el contrario, el término *intencional* se refiere a una introducción planeada o deliberada, con un objetivo específico a cumplir. Si bien las liberaciones intencionales de especies no-nativas, eran muy comunes y estimuladas durante el siglo XIX (para fines alimentarios, estéticos, de control, etc.). En el siglo XXI, la liberación de especies no-nativas tiende a disminuir debido a los extraordinarios impactos asociados a introducciones previas y a modo preventivo, ya que en general se desconoce los impactos que una especie no-nativa puede tener si se vuelve invasora. No obstante, existe la tendencia en los conductores económicos y/o políticos, en alentar las introducciones beneficiosas para sus objetivos específicos, dejando de lado las consideraciones ambientales.

### **Medios de Introducción**

En la Tabla I, se señala, por ejemplo, las introducciones realizadas por algunas de las categorías de vectores antes mencionadas. Los números de especies introducidas que se señalan en

esa Tabla, pueden encontrarse significativo, si consideramos que una sola especie ya puede ser generadora de impacto ambiental, no obstante en dicha Tabla se puede apreciar que los

grupos mas introducidos, en este caso en EEUU, corresponden a los grupos (números 1, 2 y 3) que presentan en general un beneficio al hombre (a través de su cultivo o crían).

GRUPO		ENN	GRUPO		ENN
1	Peces	176	5	Crustáceos	15
2	Plantas	74	6	Anfibios	13
3	Moluscos	29	7	Celenterados	4
4	Reptiles	21	8	Mamíferos	1

Tabla I. Número de especies no-nativas (ENN) acuáticas en Estados Unidos (modificado de Benson, 2000).

Por su parte, al considerar las introducciones de moluscos en particular, la mayoría se realizan a través de tres medios: a) Introducción para cultivo o mantenimiento de ejemplares vivos, como ítem alimentario o estéticos (ejemplar de acuarios); b) Introducción de peces parasitados con larvas de bivalvos de agua dulce (larvas gloquidios o lacidio); c) Introducción a través de agua de lastre.

### Proceso de invasión

Para salir de su rango nativo de distribución, una especie debe franquear una secuencia de obstáculos que le permitirá traspasar los límites naturales de su distribución. Como se mencionó anteriormente, la biología de las invasiones es una disciplina relativamente nueva, los procesos, conceptos y definiciones que la confor-

man se encuentran en etapa de consolidación. El proceso de invasión en sí, puede considerarse que se inicia desde la introducción de la especie al vector que lo transportará al nuevo ambiente, pero es todavía poco claro determinar el número exacto de pasos que componen a este proceso. Para Kolar y Lodge (2001), por ejemplo, consta de cinco etapas u obstáculos a superar (Fig. 1) que, en conjunto, conforman la *transición*: transporte, liberación, establecimiento, dispersión e impacto. Superadas las tres primeras de estas etapas, la especie traspasa las barreras naturales que limitaban su distribución y, para muchos autores, se transforma en no-nativa o introducida. Para Kolar y Lodge (2001), una especie que traspasa exitosamente las cinco etapas planteadas, es considerada invasora.

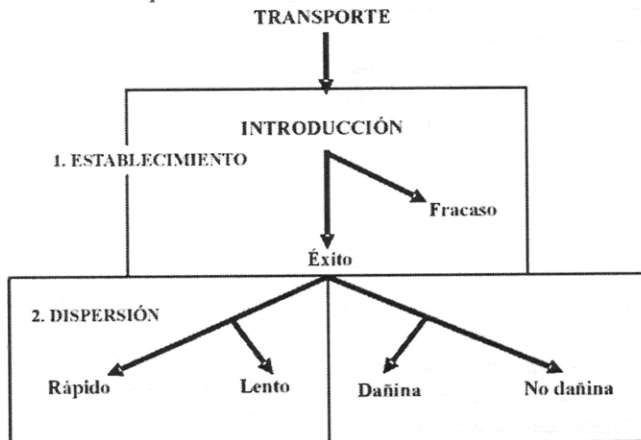


Figura 1. Etapas de transición en un proceso de invasión biológica (modificado de Darrigran y Damborenea, 2006 a)

La mayoría de las especies que entran en el proceso de invasión, probablemente no puedan superar nunca toda esa secuencia de obstáculos o, al menos, no en un único intento. Algunas

pueden morir en el transporte mismo, o en su descarga en el nuevo hábitat, etc. Se considera en general que quizás sólo un 10% (Williamson, 1996) de las especies que ingresan en

el transporte se establezca, formando poblaciones sustentables en el ecosistema invadido.

### Dispersión

Los organismos se dispersan (o expanden su rango de distribución) en forma pasiva o activa y, generalmente, tienen etapas dentro de su ciclo de vida donde ocurre preferentemente su dispersión. En general, presentan procesos de dispersión que los ubican próximos o cerca del agente de transporte, el que posteriormente lo dispersará. Para muchos organismos, la dispersión termina cuando llegan al lugar adecuado para vivir y reproducirse; pero, en general, para las especies con características invasoras, este es solo un asentamiento adecuado para establecer las interacciones necesarias con el ecosistema invadido para luego continuar dispersándose, hasta alcanzar los límites máximos que su capacidad adaptativa / reproductiva.

Como se mencionó anteriormente, con el incremento de transporte de carga y de personas, muchos organismos acuáticos y terrestres fueron transportados por el lastre de las embarcaciones, lo que convirtió históricamente a los puertos en los mayores centros de introducción de especies, luego de la introducción de organismos debida a la colonización desde Europa hacia otros continentes. Asimismo, el transporte aéreo, junto al incremento del comercio y turismo, aceleró el aluvión de propágulos<sup>1</sup> exóticos en el siglo XX. Simberloff (1995) por su parte, distingue dos formas de dispersión:

- 1) Por DIFUSIÓN. La especie se dispersa a zonas cercanas en forma de anillos concéntricos que se agrandan progresivamente.
- 2) Por DIFUSIÓN POR SALTOS. En contraste con la forma anterior, la especie se dispersa en forma irregular, con un corto período inicial de expansión circular, que luego sufre saltos (*jumps*) a larga distancia. Un ejemplo de dispersión a saltos lo brinda el bivalvo dulciacuícola *Corbicula flumi-*

*nea*, o “almeja asiática” en América del Sur, que se dispersó en forma regular y gradual a partir del Río de la Plata, pero también se la detectó a cientos de kilómetros más al sur de este ambiente, en las costas arenosas del río Colorado, límite norte de la Patagonia Argentina (Darrigran y Damborenea, 2005a).

### Efectos de las especies introducidas

Los impactos generados en general por las bioinvasiones se detallan en la Tabla II. Para Hicks (2004), la mayoría de las investigaciones sobre las invasiones acuáticas, describen los impactos o son estudios orientados hacia las consecuencias de la pérdida (funcional y/o estructural) dentro del ecosistema como consecuencia de esos impactos. Estos hechos, hacen referencia a una investigación *reactiva* o *curativa*. Hicks (2004) plantea la importancia de establecer los primeros pasos para obtener una metodología científica *pro-activa*, y se refiere a la asimetría existente entre esas investigaciones reactivas en relación con las de prevención y control (pro-activas).

Por su parte Orensans, *et al.* (2002) adiciona para ciertas regiones (entre ellas América del Sur en general y al atlántico sudoccidental en particular), que además de la ausencia de trabajos pro-activos, existe deficiencia de trabajos de base, llegando a ser notorio por ejemplo, la falta de claridad para determinar si son o no especies nativas o introducidas (=no-nativas), es decir son las denominadas especies criptogénicas.

*Efectos directos.* El efecto directo que presenta una especie no-nativa, puede verse por ejemplo en el parasitismo, la depredación o la competencia que una especie introducida ejerce sobre las especies nativas. Otro caso es la hibridación de las especies introducidas con las nativas, modificando a estas últimas de forma tal que ya no son consideradas como la especie nativa original. Estos fenómenos de hibridación provocan efectos sobre la estructura genética del ecosistema y, por lo tanto, pérdida de la diversidad genética.

*Efectos indirectos.* El rango de los efectos indirectos que ocasionan las especies introducidas es enorme y difícil de delimitar. En este tipo de efecto se puede producir que una especie intro-

<sup>1</sup>. Para Simberloff (1995), un propágulo es un grupo de individuos con la capacidad de incrementar la población inicial. Para varias especies, una única especie fertilizada o una hembra adulta o una pareja de macho y hembra, o simplemente un estadio de resistencia del ciclo de vida, constituyen también un propágulo.

ducida afecta la interacción entre otras especies, debido a que las mismas pueden interactuar compartiendo presas, hospedadores y parásitos, y también compartir la modificación del hábitat (Schwindt & Obenat, 2005; Spivak, 2005). Asimismo, puede existir un aspecto sanitario en donde, las especies introducidas, pueden ser vectores o reservorios de enferme-

dades; estas además pueden traer la enfermedad o puede servir de reservorio de la misma, no introducida con ella pero existente previamente en el área (e.g. *Aedes aegypti*, mosquito de origen africano. Eficaz vector de arbovirosis como la fiebre amarilla y el dengue, motiva con esta última enfermedad una de las grandes problemáticas de salud pública mundial).

#### ESTRUCTURAL

Competición por el espacio  
 Reducción de la distribución  
 Extinciones locales / reemplazos  
 Cambio del n° y abundancia de las especies  
 Pérdida de caracteres estructurales

Cambio en el tamaño de la distribución  
 Homogeneización del sustrato

#### FUNCIONAL

Reducción de la amplitud del nicho  
 Cambio del flujo trófico / energía  
 Cambio del régimen de nutrientes  
 Alteración de la vía depredador / presa  
 Alteración del flujo dinámico del tamaño de partículas que sedimentan, re-suspensión

#### SOCIO-ECONÓMICO

Obstrucción de estructuras  
 Reducción del valor inmobiliario

Incremento del dragado  
 Afectación de la salud

Tabla. II. Impactos de las bio-invasiones acuáticas (modificado de Darrigran y Damborenea, 2006 a)

**Efectos económicos.** Es imposible estimar con exactitud el costo económico de todas las especies introducidas, pero sin lugar a dudas, este sería asombroso. Con un ejemplo podemos intentar dimensionar esos costos: El mejillón cebra arribó en la década de los '80 a América del Norte. Esta especie provoca "macrofouling" (tapa los filtros y sistemas de refrigeración, entre otros), contamina el agua y sus valvas son perjudiciales en las playas turísticas y también para la pesca. En el año 2000 ocasionó aproximadamente un gasto de 2 mil millones de dólares para este subcontinente (Darrigran y Damborenea, 2005b). El costo de la introducción de especies no puede estimarse en forma sencilla, tal como lo señalan las siguientes preguntas: ¿Es el costo de la extinción de una especie nativa, aquél que potencialmente tendría su aplicación en la ingeniería genética? En ese caso ¿cómo podría estimarse? Su existencia no tenía valor comercial. ¿Esta afirmación es en forma inmediata, mediata o a largo plazo? ¿Es el valor de una especie el calculado en términos de su potencial uso para el hombre

#### Erradicación, control y prevención

Una especie introducida, en general, solo se considera problema cuando provoca un problema económico o estético. Es en ese momento donde la sociedad toma conciencia de su existencia y se preocupa; aquí comienzan las medidas para su erradicación o control, que en

casi todos los casos, se realiza por inexpertos, en forma tardía y desordenada. La reproducción y dispersión de las especies invasoras, complican el éxito de estas medidas. En el estado temprano de una introducción, cuando la especie se encuentra en un momento lento de invasión, la erradicación todavía podría realizarse (figura 2 A). Con el tiempo, sólo el control es posible. Así Cowie (2004), señala que para lograr una efectiva conservación de la biodiversidad, se requiere la integración de al menos tres áreas (figura 2 B).

Estas áreas pueden hacerse extensivas para lograr un efectivo control/prevención de las bioinvasiones. En relación con el ítem "Generación de conocimientos en ciencias naturales" este se orienta hacia lograr un adecuado conocimiento de la biota (presencia y abundancia de las especies existentes, su funcionamiento en el ecosistema, modelos predictivos del éxito o fracaso de una potencial dispersión, etc.). Es en este punto donde, no solo se debe tener la habilidad/capacidad de generar ese tipo de conocimiento, sino también como difundirlo. Es en este ítem donde se enmarca el desafío docente ya mencionado. El segundo (Gestión), las estrategias de manejo que sustentan los organismos destinados a gestión ambiental, deben conocer y hacer uso de los conocimientos generados en el primer área.

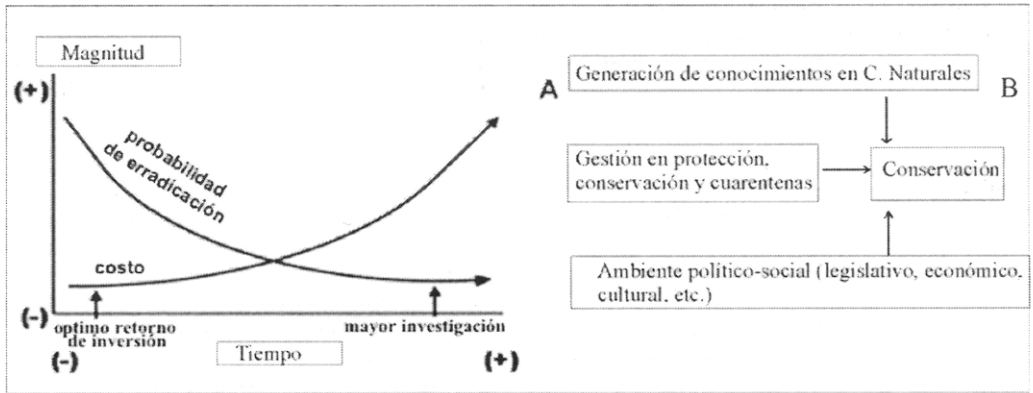


Figura 2 A ¿Cuándo actuar? Proceso costo-Beneficio de las bioinvasiones (modificado de Hicks, 2004). B ¿Dónde actuar? Componentes básicos de la conservación de la biodiversidad (modificado de Cowie, 2004).

Por último, Cowie (2004) hace hincapié en que la tercer área (político-social) la cual señala como la más importante. Si en este tercer ítem se falla, si no se toma conciencia de la importancia de lo que se está realizando, a corto o mediano plazo, toda lo realizado hasta entonces se pierde. Es en este nivel fundamental la concienciación de la sociedad, que mantendrá viva las anteriores dos áreas, al exigir a sus gobernantes y gestores de turno sus obligaciones. Es en este punto, donde se destaca la educación y el rol que cumplen los docentes y el grado de formación que ellos tengan y que impartan a sus discípulos. Asimismo, las entidades nacio-

nales e internacionales deben involucrarse y fomentar la realización de ese desafío docente, por ejemplo, a través de estructuras de gestión existentes en el MERCOSUR. Cuando esto suceda, será un indicador de que el desafío docente que se menciona en este artículo, se está desarrollando.

**Agradecimientos.** Los autores desean agradecer la ayuda técnica brindada por la Lic. M. Lagreca (Profesional de Apoyo CIC). Este trabajo contó con el apoyo de: PICT(2004)-BID 1728/OC-AR Pict 25621, al Departamento de Ciencias Exactas y Naturales y a la FaHCE-UNLP, a través del Proyecto Acreditado.

## Bibliografía

- Benson, A. J. 2000. Documenting over the century of aquatic introductions in the U.S. En: R. Claudi and J.H. Leach (eds). *Nonindigenous freshwater organisms. Vectors, biology, and impacts*, pp 1-32. Lewis Publishers. Boca Raton.
- Bonino, E. E. 2003. Los beneficios que proyectan al hombre los ecosistemas naturales: bienes y servicios ecosistémicos. *Revista de Educación en Biología*, 6 (1), pp. 34-39.
- Carlton J. T. y G. M. Ruiz. 2004. Vector Science and Integrated Vector Management in Bioinvasion Ecology: Conceptual Frameworks. En: H.A.Mooney, J.McNeely, L.E.Neville, P.J.Schei, J.K.Waage (eds.). *Invasive Alien Species: A new synthesis*. Island Press, Covelo, California.
- Cowie, R. H. 2004. Disappearing snails and alien invasions: the biodiversity/conservation interface in the Pacific. *Journal of Conchology, Special Publication* 3, pp. 23-37.
- Darrigran, J. 2006. Gobernabilidad de los recursos hídricos y las bioinvasiones. En: Darrigran,

- G. y Damborenea, C. (Eds.) *Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano*. Ed. Edulp. 220 pp. La Plata
- Darrigran G.A. y C. Damborenea. 2005a. La almeja de agua dulce *Corbicula fluminea* (Müller, 1774), pp. 109-146. En Penchaszadeh, P.E. (coordinador). *Invasores. Invertebrados exóticos en el Río de la Plata y región marina adyacente*. EUDEBA, Bs. As. 377pp.
- Darrigran, G. y C. Damborenea. 2005b. A South American bio-invasion case history: *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), the golden mussel. *American Malacological Bulletin* 20: 105-112.
- Darrigran, G. y J. Darrigran. 2001. El mejillón dorado: una obstinada especie invasora. *Ciencia Hoy*. Febrero. Buenos Aires.
- Darrigran, G. y C. Damborenea 2006a. Bioinvasiones. En: Darrigran, G. y M. C. Damborenea (eds.) (2006) *Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano*. EDULP, La Plata. Argentina. 220 pp.
- Darrigran, G. y Damborenea, C. 2006b. *Bio-invasión del mejillón dorado en el continente americano*. Ed. Edulp. 220 pp. La Plata.

- Darrigran, G.; S. Binni; T. Legarralde; S. Borgo; A. Vilches; B. Gabott; C. Damborenea y M. Tuntisi (en prensa) Un caso de interrelación entre investigación científica, educación superior y comunidad: Estudio ambiental de una bioinvasión acuática. *Actas II Congreso de Educ. Amb. para el Desarrollo Sustentable de la R. Argentina. Chapadmalal, Bs. As. 10/06.*
- Dukes, J. S. y H. A. Mooney. 1999. Does global change increase the success of biological invaders? *TRENDS in Ecology & Evolution* 14, pp. 135-139
- Elton, Ch. S. 1958. *The Ecology of Invasions by animals and plants*. Catalogue 6041/U. Methuen and CO LTD. Great Britain 181 pp.
- Falk-Petersen, J., T. Bohn & T. Sandlund. 2006. On the numerous concepts in invasion biology. *Biological Invasion* 8, pp. 1409-1424
- Hicks, G. 2004. Turning the Tide: Is aquatic bioinvaders research heading in the right direction? *Aquatic Invaders* 15(1), pp. 9-20.
- Kolar, C. and Lodge, D. M. 2001. Progress in invasion biology: predicting invaders. *Ecology and Evolution*, 16:199-204.
- Malacalza, L. (ed.) 2004. *Ecología y Ambiente*. Inst. de Ecología de Luján. Bs.As. 216 pp.
- Marco, D., S. Páez, S. Cannas. 2002. Species invasiveness in biological invasion: a modeling approach. *Biological Invasion* 4, pp. 193-205.
- Mooney, H. A. & R. J. Hobbs (eds.). 2000. *Invasive Species in a Changing World*. Island Press. 457 pp. Washington DC.
- Mooney, H. A.; Mack, R. N.; McNeely, J. A.; Neville, L. E.; Schei, P. J. & Waage, J. K. (Eds.). 2005. *Invasive Alien Species. A new synthesis*. Scope 63. Science/ecology. Island Press. 368pp. Washington D.C.
- Oggero, A. A. y N. Vischi, 2005. La reserva Bosque autóctono "El Espinal". Su uso para la enseñanza de la flora regional. *Revista de Educación en Biología*, 8(2), pp. 40-42.
- Orensanz, J.; E. Schwindt; G. Pastorino; A. Bortulus; G. Casas; G. Darrigran; R. Elias; J. J. López Gappa; S. Obenet; M. Pascual; P. Penchaszadeh; M. L. Piriz; F. Scarbino; E. D. Spivak y E. A. Vallarino 2002. No longer a pristine confine of the World Ocean-A survey of exotic marine species in the Southwestern Atlantic. *Biological Invasion*, 4, pp. 115-143.
- Pérez Gómez, A. 1991. Cultura escolar y aprendizaje relevante. *Educación y Sociedad*, 8, pp.59-72.
- *Programa Mundial sobre Especies Invasoras*. 2005. SUDAMERICA invadida. GISP 1ra. Edición. 80 pp.
- Pogré, P. 2002. Enseñanza para la comprensión. Un marco para innovar en la intervención didáctica. En: Aguerrondo, I.; M. Lugo; P. Pogré; M. Rossi y S. Cifra (Eds). 2002. *La escuela del futuro II. Cómo planifican las escuelas que innovan*. Papers Editores. Buenos Aires. Argentina. Pp. 101-123
- Schwindt, E. & S. Obenat 2005. El poliqueto invasor formador de arrecifes *Ficopomatus enigmaticus* (Fauvel, 1923) en ambientes estuariales. 179-214 pp. En Penchaszadeh, P.E. (coordinador). *Invasores. Invertebrados exóticos en el Río de la Plata y región marina aledaña*. EUDEBA, Bs. As. 377pp.
- Simberloff, D. 1995. Introduced Species. *Encyclopedia of Environmental Biology*. T.2. Academic Press, Inc. 323-336 pp.
- Spivak, E. 2005. Los cirripedios litorales (Cirripedia, Thoracica, Balanomorpha) de la región del Río de la Plata y las costas marinas adyacentes. 251-310 pp. En Penchaszadeh, P.E. (coordinador). *Invasores. Invertebrados exóticos en el Río de la Plata y región marina aledaña*. EUDEBA, Bs. As. 377pp.
- Williamson, M. 1996. *Biological invasions*. First ed. Chapman & Hall, London.