

# UNA TRIANGULACIÓN ESTRATÉGICA : ESTUDIO AMBIENTAL DE UNA BIOINVASIÓN ACUÁTICA

**Susana Binni; Stella Maris Borgo; Beatriz Gabott;**

**Mónica Tuntisi**

---

*Instituto de Formación Docente "Dr. Ramón J. Carcano"  
fdcarcano@yahoo.com*

**Palabras claves:** Ciencia. Educación. Sociedad. Estudio ambiental. Bioinvasiones acuáticas.

## **Poster**

La educación ambiental es una disciplina formada por componentes naturales y socioculturales del ambiente. Los estudiantes del Profesorado, desarrollan su comprensión conceptual y aprenden más acerca de la naturaleza de la ciencia participando en investigaciones científicas, generando conocimientos que ellos mismos impartirán a sus futuros alumnos. Además, se apropian del método científico a través de la práctica del mismo y no simplemente de la teoría, que suele crear conceptualmente una barrera entre la acción y los resultados alcanzados. Por su parte, las bioinvasiones constituyen una de las amenazas de mayor crecimiento y más significativas para la conservación de la biodiversidad global. La inconciencia del hombre determina el traslado voluntario o accidental de especies desde su hábitat nativo hacia sitios que no habrían podido alcanzar en forma natural. El desafío reside, entonces, en que hay que prevenir las bioinvasiones y, es en este sentido, un rol determinante el de la educación a la sociedad. En el año 2005, se detecta, en Monte Caseros, Corrientes, el comienzo de una bioinvasión (el mejillón dorado, causante de "macrofouling"). A partir de esta invasión, a través de un Acuerdo entre UNLP, IFD de Monte Caseros y la ONG Asociación Ecologista Río Mocoretá, se desarrolla un trabajo que tiene como propósito que los alumnos logren una construcción significativa del conocimiento, afianzando la interacción entre ciencia, educación y sociedad, a fin de lograr la acción directa de la enseñanza, generando conciencia ante este reciente y preocupante problema económico-ambiental en la región Neotropical.

## **INTRODUCCIÓN**

En las últimas cinco décadas, las actividades humanas han cambiado la biodiversidad del planeta más que en cualquier otro momento de la historia. Esta tasa de cambio en diversidad biológica continúa, a un ritmo sin precedentes. Se ha centrado la atención en la educación y dentro de esta a la educación ambiental. Rojero (1989) y Fernández Balboa y

Bertonatti (2000) hacen referencia a la educación ambiental como una disciplina que debe tener en cuenta, además de los componentes naturales del ambiente, al aspecto sociocultural. Sobre esta base, es fundamental sensibilizar a los alumnos, futuros docentes, acerca de esos cambios ambientales, ya que ellos serán multiplicadores en la sociedad de lo que aprendan o experimenten.

En la presente época en que el Planeta se encuentra dentro del proceso cultural de globalización y de cambio global, las presiones que sufre el ambiente hacen que las invasiones biológicas constituyan una de las amenazas de mayor crecimiento, más extendida y más significativa para la conservación de la biodiversidad. La falta de conciencia del hombre determina el traslado voluntario o accidental de especies desde su hábitat nativo hacia sitios que no habrían podido alcanzar por ellas mismas. Las invasiones biológicas son la segunda causa de pérdida de diversidad en el mundo.

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, 2006). 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.

En general, uno de los mayores desafíos para el manejo de las invasiones biológicas reside en la dificultad de establecer principios generales que permitan predecir el comportamiento de una especie en una nueva localidad. Ante este hecho, el desafío entonces reside en que hay que prevenir las bioinvasiones y es en este sentido el rol determinante de la educación de la sociedad en relación sobre este problema ambiental en la región.

Recientemente, aproximadamente en el año 2005, se ha detectado la presencia del asiático bivalvo invasor *Limnoperma fortunei* (mejillón dorado), en la ciudad de Monte Caseros, provincia de Corrientes, Argentina. El Instituto de Formación Docente “Dr. Ramón J. Cárcano”, la Facultad de Humanidades y Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de La Plata, en los que participan la División Zoología Invertebrados de la Facultad Ciencias Naturales y Museo de la UNLP y la ONG Asociación Ecologista Río Mocoretá, han firmado un “Acuerdo de Colaboración Recíproca”, generado por el Departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la mencionada Facultad. En ese marco se desarrolla un Proyecto para realizar un trabajo de investigación en educación, cuyo objeto de estudio es el mejillón dorado (*Limnoperma fortunei*). Este trabajo tiene como propósito que los alumnos del Profesorado logren una construcción significativa del conocimiento, afianzando la interacción entre ciencia, educación y sociedad, a fin de lograr la acción directa de la enseñanza, generando conciencia ante este reciente y preocupante problema económico-ambiental en la región Neotropical.

En ese proceso, los futuros docentes generan el conocimiento que ellos mismos impartirán a sus alumnos. Además se apropian del método científico a través de la práctica del mismo y no simplemente de la teoría, que suele crear conceptualmente una barrera entre la acción y los resultados alcanzados. Generar estrategias de enseñanza tendientes a comprender la diversidad biológica y sus enormes potencialidades, en relación con la crisis actual de la biodiversidad, representa un desafío docente. El docente debe propiciar que la sociedad conceptualice “bioinvasiones/crisis de la biodiversidad”, a través de la transposición didáctica en las aulas y de la difusión masiva en los medios de comunicación.

Esta propuesta permitirá a los participantes acercarse a la generación de conocimiento (investigación científica) de un problema, logrando la intervención en cuestiones ambientales y a la toma de decisiones.

## **DESARROLLO**

### **Bioinvasión blanco de estudio**

En el año 1991, la presencia de un tercer bivalvo no nativo de agua dulce, proveniente del sudeste asiático, fue detectada en el Río de la Plata, en el balneario Bagliardi, (34° 55' S – 57° 99' W) Provincia de Buenos Aires. Se trata del “mejillón dorado” ( Figura 1) o *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857), llamado en inglés “golden mussel”, integrante de la familia Mytilidae a la que pertenecen, entre otros, las cholgas, mejillones y mejillines marinos.

*L. fortunei* es la única especie de esta familia de moluscos de agua dulce. Era la primera vez que se constataba la aparición de esa especie en las Américas. El mejillón dorado es oriundo de ríos y arroyos de la China y el sudeste de Asia. Llegó a Sudamérica en el agua usada como lastre en tanques de buques transoceánicos. Se trataría, pues, de un animal introducido de manera no intencional a este continente, con hábitos no típicos para las especies de bivalvos de agua dulce de América del Sur.

Los problemas que ocasiona se sintetizan en la Tabla 1 (para más detalles consultar [www.malacologia.com.ar](http://www.malacologia.com.ar)). Como se observa en la revista de divulgación científica Ciencia Hoy (38:17-22, 1997), el mejillón dorado provocó, en el año 1994, el primer caso de “macrofouling” para el agua dulce de América del Sur. Se entiende por macrofouling, al problema de asentamiento sobre sustratos duros artificiales y tuberías, de organismos de más de 1 mm, con la consecuencia de obturación de, por ejemplo, sistemas de agua. Este hecho ocurrió por primera vez en el año 1994, en la planta potabilizadora de agua de la Ciudad de La Plata, el cual, a través del GIMIP (Grupo de Investigación de Moluscos Invasores/Plagas del la UNLP), pudo ser controlado y no afectó su funcionamiento.

Tabla 1. Síntesis del impacto ocasionado por el mejillón dorado tanto en el ambiente natural como en el artificial (tomado de Darrigran & Damborenea, 2006)

<b>Macrofouling en tuberías de tomas de agua</b>	<b>Impacto en el ambiente natural</b>
de plantas potabilizadoras	Cambio en la comunidad del macrobentos asociada a los espacios entre la masa de individuos y fibras proteicas
de sistemas de refrigeración de industrias	Desplazamiento de gasterópodos nativos
de sistemas de refrigeración centrales energéticas	Desplazamiento de bivalvos nativos al usarlos como sustrato
de sistemas contra-incendios	Cambio en la dieta de peces nativos (lo que comían antes de la invasión del mejillón en la región, es sustituido por el mejillón)
de sistemas de riego	Retención en el cuerpo de agua de sedimentos que antes de la invasión terminarían en el mar.

En los primeros 5 años, la bioinvasión solo afectaba aguas argentinas y uruguayas; en la actualidad lo hace también a cuerpos de agua dulce de Paraguay, Brasil y probablemente también de Bolivia. Desde su introducción, avanzó río arriba a una velocidad de alrededor de 240km por año y se asentó en aproximadamente 1.100km de cursos de agua de la cuenca del Plata. El mejillón dorado, desde su ingreso en América, pasó de un clima templado a uno subtropical y de este se está dirigiendo a otro cada vez más tropical. También intervienen en su distribución factores característicos de cada ambiente humano en particular, como uso del agua, su velocidad de circulación, temperatura, etcétera. La forma de disminuir y hasta evitar su rápida dispersión en América del Sur, es evitar que el hombre transporte involuntariamente la especie a zonas no contaminadas.

## OBJETIVOS

La sociedad no ha adquirido aún conciencia de los llamativos hechos sobre las alteraciones ambientales que ocasionan las bioinvasiones. Esto evidencia que no solo la difusión es suficiente, sino también, la educación sobre estos nuevos problemas ambientales.

En ese primer artículo en Ciencia Hoy (38:17-22, 1997), se decía, hace más de 10 años: “...los acuerdos del Mercosur y la falta de conciencia por parte de la sociedad de las consecuencias de que proliferen estas especies invasoras, hacen temer por el impacto que podrían sufrir el ambiente natural y humano”.

El propósito de este Proyecto es que los alumnos, futuros docentes:

- Se apropien significativamente del conocimiento
- Generen un método de interacción entre ciencia, educación y sociedad
- Construyan y divulguen conocimiento sobre el estado de la situación y proyección de la población de mejillón dorado en la localidad bajo estudio.

## **METODOLOGÍA**

Este estudio se desarrolla en Monte Caseros (30° 17' S - 57° 38' W), Corrientes, Argentina, sobre la margen derecha del río Uruguay, siendo Punto tripartito con las ciudades de Bella Unión (Uruguay) y Barra del Quareim (Brasil). Esta región tripartita, deja relucir la naturaleza de una zona natural que no distingue fronteras (como el problema objeto de estudio), y que demuestra la importancia de las interrelaciones entre las comunidades vecinas, ante un problema común.

### **Area de muestreo**

Se relizan muestreos sobre el litoral del río Uruguay, en la localidad de Monte Caseros.

### **Artes de muestreo**

En las estaciones de muestreo seleccionadas, se trabaja con tres tipos básicos de artes:

- 1- Redes de fitoplancton (malla de 40um)(Figura 2), para recolección de estadios larvales del mejillón dorado
- 2.- Monitores artificiales para testear el asentamiento y estimaciones de densidad de *L. fortunei* ( Figura 3). Para tal fin se diseñó e implementó una balsa donde se ubicaron los mencionados minitores. La balsa( Figura 4 )es colocada con la colaboración de la Prefectura Naval Argentina de Monte Caseros.
- 3.- Draga para la toma de muestras de fondo( Figura 5 ) y “rastrillo almejero”(Figura 6) para las nayades nativas y colecta de rocas del fondo con epifauna acompañante.

### **Toma de muestras y fijación**

A) Muestras que se toman cada 30 días:

1. Muestras de bentos de áreas, bajo superficies o volúmenes conocidos de acuerdo al tipo de sustrato donde se encuentren.
2. Muestras de plancton, las que son estudiadas vivas a fin de detectar los distintos estadios, se cuantifica la presencia de larvas y se establece el estado de desarrollo de las mismas. En relación a estas se considera: nivel hidrométrico, temperatura, transparencia, salinidad, pH y oxígeno disuelto.

B) Muestras que se toman cada 15 días

Muestras de juveniles y adultos obtenidas de los monitores. Las mismas, en el momento en que se fijan a los mismos, serán fijadas en formol 10% o alcohol 70°. Posteriormente se analizará el crecimiento individual y poblacional. Además se fijarán ejemplares para realizar estudio de ADN.

### **Tareas de laboratorio/campo**

1. **Abundancia y crecimiento individual**. Se considerará, además de la densidad, la longitud máxima de cada uno de los individuos, con una precisión de décima de mm. Para cada fecha considerada (al menos cada 15 días), se realizará una distribución de frecuencia de tallas, con intervalo de clase de 1 mm. ( Figura 7)

2. **Biología larval**. Análisis de la presencia de larvas y su estado de desarrollo según la variable temporal. Las muestras de plancton, tanto serán analizadas bajo microscopio estereoscópico, binocular.

3. **Bentos**: a partir de los muestreos realizados se procederá a la identificación y cuantificación de las especies bentónicas típicas del lugar, la que será afectada por la presencia de la invasión de *L. fortunei*.

En caso de hallar náyades nativas u otros organismos con macrofouling producido por el mejillón dorado, se realizará el conteo, disposición y análisis de tallas de ejemplares de mejillón dorado fijos a náyades nativas.

4. **Pedagógico-didácticas**: debates y análisis tendientes favorecer el conocimiento de las interrelaciones ambientales que involucran los 3 primeros puntos del ítem “Tareas de laboratorio/campo”. En reuniones entre los estudiantes seleccionados con los investigadores a cargo del proyecto, se exponen experiencias y se debaten estos temas. Finalmente se pretende el desarrollo de un interés crítico por la actividad científica, sus productos y su papel en nuestras sociedades.

### **Transferencia / extensión**

- a. Preparación de ciclo de conferencias y brindar la información de la web, [www.malacologia.com.ar](http://www.malacologia.com.ar)
- b. Formación de los estudiantes del Instituto de Formación Docente, en relación con metodología científica y competencias pedagógico-didácticas.
- c. Transferencia de los resultados con la participación de las instituciones gubernamentales, educativas y del público en general.
- d. Difusión de la problemática ambiental bajo estudio (bioinvasiones) y de los resultados obtenidos, ante los medios de difusión locales

### **EPÍGRAFES DE LAS FIGURAS**

#### **Figura 1**

- a.- *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) o “mejillón dorado”
- b.- *Corbicula fluminea* (Müller, 1774) o “almeja asiática”
- c.- *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) o “mejillón cebra” del hemisferio norte

**Figura 2**

Red de plancton.

**Figura 3**

Monitores rectangulares y muestreador

**Figura 4**

Muestreador cubierto por malla de 1 mm, para evitar la depredación del asentamiento por los peces.

**Figura 5**

Draga tipo Ekman

**Figura 6**

“Rastrillo almejero” o muestreador de almejas nativas (“náyades”).

**Figura 7**

Histograma



**Figura 1**



**Figura 2**



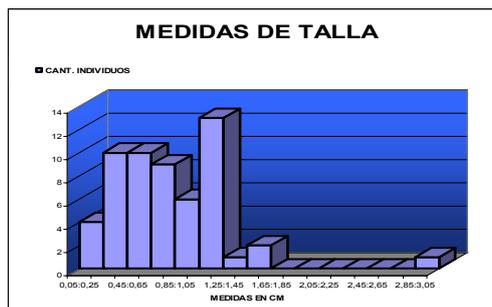
**Figura 4**



**Figura 5**



**Figura 6**



**Figura 7**

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el apoyo operativo brindado por la Prefectura Naval Argentina, como así también, la ayuda técnica del Grupo de Investigación sobre Moluscos Invasores Plagas (División Zoología Invertebrados-Museo La Plata-UNLP) y del Departamento de Ciencias Exactas y Naturales, de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación – UNLP.

## BIBLIOGRAFÍA

Cafferata, M. T. 2005. El Sentido de las Prácticas de Laboratorio, en la Escuela Media. La perspectiva del docente. *Revista de Educación en Biología*. 8

Darrigran, G.; 1995, "Limnoperna fortunei: ¿un problema para los sistemas naturales de agua dulce del MERCOSUR?" *Revista del MUSEO*, 5:85-87, Fundación Museo de La Plata, (ed), La Plata

Darrigran, G.; 1997 "Invasores en la Cuenca del Plata". *CienciaHoy*, 38:17-22. Buenos Aires.

Darrigran, G.; 1998 "Introducción de moluscos bivalvos invasores en el Río de la Plata". [www.AmbienteEcologico](http://www.AmbienteEcologico), 43 febrero, Buenos Aires.

Darrigran, G. & J. Darrigran. 2001. El mejillón dorado: una obstinada especie invasora. *CienciaHoy*. Febrero. Buenos Aires.

Darrigran, G. & Damborenea, C. 2006. *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 & M. Tuntisi (*en prensa*, aceptado para su publicación) Un caso de interrelación entre investigación científica, educación superior y comunidad: Estudio ambiental de una bioinvasión acuática. Actas II Congreso Educación Ambiental para el Desarrollo Sustentable de la República Argentina. CTERA. Chapadmalal. Mar del Plata. Prov. de Buenos Aires. 26-29 oct. 2006

Fernández Balboa, C. y Bertonatti, C. (2000). *Conceptos Básicos de Educación Ambiental*. Buenos Aires: Biblioteca del Congreso de la Nación y Fundación Vida Silvestre Argentina, pp. 8.

Gil Pérez, D. 1994. *Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico*. Investigación en la Escuela N° 23.

Rivarosa, A.; García, E. y Moroni, C. 2004. Los proyectos escolares en Educación Ambiental: su potencial educativo y transformador. *Revista de Educación en Biología*. 7

Rojero, F. (1989). La cuestión metodológica en Educación Ambiental. *Investigación en la Escuela*, 9, pp. 67-73.