



Fotografía
Rafael Humberto González Moreno

COLECCIONES BIOLÓGICAS Y VIRTUALIDAD: UN RECURSO PARA LA ENSEÑANZA DE LA BIODIVERSIDAD

Biological Collections and Virtuality: A Resource for Teaching Biodiversity

Coleções biológicas e virtualidade: um recurso para o ensino da biodiversidade

Gustavo Darrigran* 
 Heliana Custodio** 
 Teresa Inés Legarralde*** 
 Alfredo Martín Vilches**** 

Fecha de recepción: 22 de junio del 2022
 Fecha de aceptación: 29 de noviembre del 2022

Cómo citar:

Darrigran, G., Custodio, H., Legarralde, T. I. y Vilches, A. M. (2023). Colecciones biológicas y virtualidad: un recurso para la enseñanza de la biodiversidad. *Bio-grafía*, 16(30), 132-141. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.16.num30-17823>

Resumen

La pérdida de la biodiversidad es un hecho, pero en sociedades como Argentina existe la tendencia a desconocer este suceso; por lo tanto, la educación es clave para revertir esta situación. Sobre esta base y a través del uso de colecciones biológicas en la formación del profesorado de ciencias biológicas pertenecientes a las Universidades Nacionales y a los Institutos Superiores de Formación Docente, se plantea la problemática de la pérdida de la biodiversidad en el aula. En este artículo de revisión se presentan y discuten los aportes de las colecciones biológicas relacionadas con los conocimientos producidos por medio de la actividad científica y sus proyecciones en el campo educativo. Estas colecciones constituyen un recurso didáctico óptimo para fortalecer y aumentar la calidad de los procesos educativos, como instrumento tanto para las clases presenciales como para las virtuales. Asimismo, se destaca que las colecciones biológicas por sí mismas no son material educativo, sin un docente que las utilice como tales y las introduzca en el circuito pedagógico. Por último, se destacan las colecciones biológicas virtuales como recursos didácticos útiles de implementar, ya que permiten romper barreras físicas, temporales y universales a través de la vinculación de material digitalizado y de internet.

Palabras clave: educación; diversidad biológica; virtualidad; digitalización; pandemia

* Doctor en Ciencias Biológicas. Museo de La Plata-Universidad Nacional de La Plata. invasion@fcnym.unlp.edu.ar

** Profesor en Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de La Plata-Conicet. hcustodio@fahce.unlp.edu.ar

*** Docente e investigadora de la Universidad Nacional de La Plata. tlegarralde@fahce.unlp.edu.ar

**** Docente e investigador de la Universidad Nacional de La Plata. avilches@fahce.unlp.edu.ar

Abstract

The loss of biodiversity is a real fact; however, in societies such as Argentina there is a tendency that ignores this event. For that reason, education is key to reverse this situation. On this basis and through the use of biological collections in the training of future biological science teachers, belonging to National Universities and Higher Teacher Training Institutes, the problem of loss of biodiversity in classroom is raised. This review paper presents and discusses the contributions of biological collections related to the knowledge generated through scientific activity and its projections in the educational field. These collections constitute an optimal didactic resource to strengthen and increase the quality of educational processes, as an instrument for both face-to-face and virtual classes. Likewise, it should be noted that biological collections by themselves are not educational material, without a teacher who uses them and introduces them into the pedagogical circuit. Finally, virtual biological collections are highlighted as useful teaching resources to implement, since they break down physical and temporal barriers and universalise their use through the linking of digitalized material and the Internet.

Keywords: education; biodiversity; virtuality; digitization; pandemic

Resumo

A perda da biodiversidade é um fato, mas há uma tendência em sociedades como a Argentina de ignorar esse evento. portanto, a educação é fundamental para reverter esse quadro. Nesta base e através da utilização de Coleções Biológicas na formação de Professores de Ciências Biológicas das Universidades Nacionais e dos Institutos Superiores de Formação de Professores, coloca-se o problema da perda da biodiversidade na sala de aula. Neste artigo, são apresentadas e discutidas as contribuições das Coleções Biológicas relacionadas ao conhecimento gerado pela atividade científica e suas projeções no campo educacional. Essas coleções constituem um recurso didático ideal para fortalecer e aumentar a qualidade dos processos educacionais, seja como instrumento para aulas presenciais e virtuais. Da mesma forma, destaca-se que as Coleções Biológicas por si só não são material didático, sem um professor que as utilize como tal e as introduza no circuito pedagógico. Por último, as Coleções Biológicas virtuais destacam-se como recursos pedagógicos úteis a implementar, uma vez que permitem quebrar barreiras físicas, temporais e universais através da ligação de material digitalizado e da Internet.

Palavras-chave: educação; diversidade biológica; virtualidade; digitalização; pandemia



Introducción

El cambio climático, la emergencia de nuevos patógenos y la introducción de especies no nativas son solo algunos ejemplos de problemas ambientales que afectan a la biodiversidad y a los cuales se enfrentan las distintas sociedades, tanto en la escala global como en la local. Es necesario entonces crear conciencia y sensibilizar a la comunidad respecto a estas problemáticas y la consecuente necesidad de cambiar comportamientos y estilos de vida de la ciudadanía que dañan o interfieren en la dinámica de los ambientes. La falta de conocimiento sobre la diversidad biológica más próxima o local podría estar vinculada con la disociación de los individuos con su entorno biológico (Torralba-Burrial *et al.*, 2018). En este contexto, la educación es clave para ofrecer mayores oportunidades de aprendizaje acerca de esta problemática ambiental actual y proporcionar herramientas para que los estudiantes puedan aprender sobre la biodiversidad. En este sentido, para formar estudiantes responsables, críticos y comprometidos es central el rol de los profesores, que son los encargados de fomentar situaciones de aprendizaje que incluyan la participación del alumnado (Barahona *et al.*, 2018).

En este trabajo se presentan elementos de discusión y de reflexión acerca de las colecciones biológicas y sus aportes para el conocimiento sobre la biodiversidad y sus proyecciones en el campo educativo en la formación del profesorado en Ciencias Biológicas pertenecientes a las universidades nacionales y a los Institutos Superiores de Formación Docente.

Biodiversidad y colecciones biológicas: ¿qué se entiende por biodiversidad?

La biodiversidad, diversidad biológica o diversidad de la vida puede considerarse sobre la base de sus tres componentes, es decir, como la *variedad* y *variabilidad* de los seres vivos y de los *complejos ecológicos* que ellos integran (Wheeler, 1990). Si bien este concepto fue ratificado por el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB, 1992), después del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2000), el cual entró en vigencia en el 2003, se agregó otro componente a la definición: la *biotecnología*.

En este trabajo se considera el concepto de Wheeler (1990), donde la *variedad* de especies describe la riqueza o número de especies que existe en la Tierra. Este componente es base para las colecciones biológicas ya que

representan en primera instancia un registro de especies (Darrigran, 2012). La *variabilidad* se refiere a la cantidad de información genética presente en los individuos y en las poblaciones, que favorece su adaptación a los cambios ambientales. Muchas colecciones biológicas han incorporado a su forma tradicional de conservación de lotes, la conservación de tejidos para estudios moleculares. Por último, los *complejos ecológicos* hacen referencia a la variedad de ecosistemas de la Tierra, y a la variedad de procesos ecológicos que sostienen la vida. En ese sentido, las colecciones guardan todos los datos ambientales de campo que los investigadores realizaron al depositar los lotes en la colección, más fotografías del ambiente y ejemplares, que en cierta forma contemplan este componente de la biodiversidad (Delgadillo y Góngora, 2009).

Es de relevancia considerar que la biodiversidad constituye el sustento de la mayoría de las actividades humanas y es la base de una gran variedad de bienes y servicios ambientales que contribuyen al bienestar de las sociedades (Díaz *et al.*, 2006).

Los seres humanos dependemos de la biodiversidad para nuestra alimentación, salud y otros servicios ecosistémicos esenciales. Nuestro futuro está directamente relacionado con la capacidad que tenemos para conocer, comprender y utilizar racionalmente a la diversidad biológica. Esta certeza nos lleva a reflexionar sobre el rol de los docentes, actores que participan en la promoción de una conciencia ambiental, que se desempeñan en la sociedad como mediadores en el logro de conocimientos, en la formación de valores y en el desarrollo de actitudes y habilidades vinculadas a la conservación y al cuidado de nuestro entorno.

Por lo expuesto en el párrafo anterior, y como mencionan Torres Rivera *et al.* (2017), la clave de la Educación Ambiental está en el profesor. Según estos autores, un docente poseedor de conocimientos y actitudes ambientales formará alumnos alfabetizados y concientizados ambientalmente; siguiendo esta idea, si los profesores no tienen los conocimientos, herramientas, habilidades e interés de incorporar la educación de la biodiversidad en un marco integral, resulta difícil formar estudiantes concientizados sobre la crisis que la misma está atravesando.

Se plantea entonces, la necesidad de propiciar una formación docente integral que brinde herramientas para aprender a investigar, pensar críticamente, comunicar ideas, tener autonomía e iniciativa y, de esta manera, contribuir al desarrollo de la sociedad y a la búsqueda de soluciones a los problemas que se plantean en el

entorno (Bondarenko Pisemskaya, 2009). En este sentido, y considerando que la educación es una herramienta para lograr una sociedad sensible y consciente ante la pérdida de la biodiversidad (Vilches *et al.*, 2015), es imperante desarrollar un proceso estratégico capaz de llegar en forma inclusiva a la sociedad, por ejemplo, a través del uso planificado de las colecciones biológicas.

¿Qué son las colecciones biológicas?

Las colecciones biológicas son bancos de referencias, como son los centros de datos conceptuales o centros de intercambio de información (Darrigran, 2012). Son bibliotecas, no de libros o revistas, sino de especímenes o parte de ellos, que se encuentran preservados en condiciones particulares para garantizar su integridad a través del tiempo y potenciar su uso para aplicación de técnicas en el futuro. Son fuente primaria de conocimiento e información a distintos niveles (histórico, geográfico, anatómico, genético, evolutivo, ecológico, entre otros) (Delgadillo y Góngora, 2009; Simmons y Muñoz-Saba, 2005; Trujillo *et al.*, 2014). Precisamente,

al ser fuente primaria de conocimiento y de información sobre la biodiversidad, se las considera patrimonio nacional y de interés para la humanidad (Delgadillo y Góngora, 2009).

Colección Malacológica del Museo de La Plata, Argentina

Para considerar la estructura y función de una colección biológica, se selecciona como ejemplo la Colección Malacológica⁵ del Museo de La Plata, de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Se toma esta colección como modelo debido a que presenta una serie de características que la hacen una de la más importantes en América del Sur (tabla 1). Además, se toma a los moluscos, porque son, después de los artrópodos, el grupo animal más diverso sobre el planeta, habitan la mayoría de los ambientes tanto terrestres como acuáticos, están adaptados muy bien a estos y presentan una relación con la humanidad desde sus inicios.

Tabla 1. Fundamentación de la importancia de la Colección Malacológica del Museo de La Plata

Grupos taxonómicos que conforman la Colección Malacológica	Gasterópodos, Bivalvos, Poliplacóforos, Cefalópodos, Escafópodos.
Ambientes	Terrestres, marinos y de agua dulce.
Número de lotes* que forman la colección	Hasta la actualidad, más de 12 900 lotes. La colección está en continuo crecimiento a través de proyectos de investigación del Museo de La Plata, así como donaciones y legados de investigadores y coleccionistas externos.
Determinación a nivel específico de los lotes de la colección	70 %
Número de lotes tipos** de esta colección	511 lotes tipo.
Países representados en la colección	Fundamentalmente Argentina y además hay lotes de Antártida, Brasil, Chile, Paraguay, Perú, Venezuela, Uruguay. También están representados lotes de otras partes del Mundo.
Forma de conservación de los lotes de la colección	Tradicionalmente en forma seca, húmeda, preparados de microscopio electrónico de barrido (MEB) y microscopio óptico. Se conservan también tejidos preservados y congelados para estudios moleculares.

*Lotes: pueden estar formados por un espécimen o más o parte de ellos (conchas, tejidos, etc.). ** Lote tipo: este lote es el representante de esa especie, con el cual formalmente fue descrita y nombrada científicamente y, vinculada en forma permanente y única a ese ejemplar, según lo estipulado en los Códigos de Nomenclatura Zoológica. Los lotes tipo se deben depositar en Instituciones oficiales, estables, tradicionales y designadas explícitamente en una publicación científica para su conservación permanente.

Fuente: elaboración propia.

5 Malacología se refiere al estudio del grupo zoológico de los moluscos.

La Colección Malacológica del Museo de La Plata representa más que un simple registro de especies, también aporta información básica, considerando dos variables claves para la biodiversidad:

- *Variable temporal.* La Colección Malacológica está en continuo crecimiento a través de proyectos de investigación del Museo de La Plata o investigadores que depositan sus lotes en ella, así como donaciones y legados de investigadores y coleccionistas externos. Este enriquecimiento de lotes se remonta a expediciones como la de Hassler en 1870-1871, hasta la actualidad. La variable temporal es muy importante como fuente primaria de conocimiento e información que se puede obtener de los datos de los propios lotes, así como de catálogos de lotes del siglo XIX (Núñez *et al.*, 2019).
- *Variable espacial,* con material proveniente de Argentina, Antártida más lotes de seis países de América del Sur (tabla 1).

Por lo tanto, la Colección Malacológica, como cualquier otra colección biológica es una fuente primaria de cono-

cimiento y de información sobre la biodiversidad de moluscos en determinado tiempo y espacio, y de la que se nutren de datos básicos distintas actividades, como investigación científica, gestión de instituciones gubernamentales y no gubernamentales, extensión —a través de exhibiciones públicas— y educación.

La Colección Malacológica se encuentra en constante crecimiento. Este aspecto es importante para el futuro del conocimiento de la biodiversidad. No obstante, el valor de una colección biológica en general no solo está dado por su capacidad de crecimiento, calidad y estado de conservación, sino también por el uso que recibe (consultas, análisis, estudios comparativos, citas bibliográficas, etc.), independientemente de la actividad que saca provecho de esta. Es por medio de este uso como se mantiene ordenada curatorialmente (taxonómicamente actualizada y óptimamente conservada) y, como mencionan Delgadillo y Góngora (2009), el uso adecuado de una colección se logra a partir de una colección ordenada. Es tan imperioso cumplir con esta interacción, que existe una persona *ad hoc* para cumplir con esa tarea en una colección y se le denomina *curador* (Figura 1).

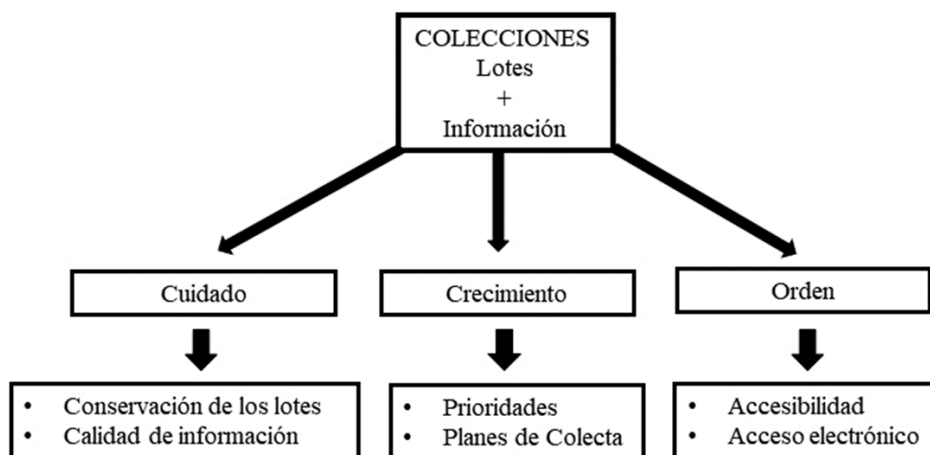


Figura 1. Diagrama que muestra las responsabilidades del curador de una colección biológica, para mantenerla en orden

Fuente: modificado de Damborenea (2010).

Colecciones biológicas como recurso educativo

Las colecciones biológicas constituyen un recurso didáctico óptimo para fortalecer y aumentar la calidad de los procesos educativos, ya sea como instrumento para las clases presenciales o virtuales. Este recurso motiva a los estudiantes en el proceso de aprendizaje por ser innovador, relevante y constituirse como una experiencia educativa significativa (Cook *et al.*, 2014). Debido a

la gran cantidad y variedad de información contenida en las colecciones biológicas es posible darles un rol central en las actividades educativas, apoyadas en la observación y el trabajo con los ejemplares, así como su utilización como recurso didáctico y para la producción de material educativo, también considerando a la enseñanza situada, se pueden utilizar para que el alumnado comprenda y desarrolle habilidades, actitudes y valores sobre la importancia de la biodiversidad en contextos reales (Rojas Martínez, 2019). La riqueza de este recurso

está relacionada con la creación de experiencias sobre la enseñanza de la biología que problematicen conceptos clave tales como la biodiversidad. Si bien el valor de las colecciones biológicas en educación es frecuentemente reconocido por varios autores, las experiencias que las usan poniendo el foco en su aprovechamiento didáctico y que las reconocen como recursos educativos valiosos (Rabanaque *et al.*, 2021) son mucho menos numerosas. En ese sentido, surge la necesidad de investigar sobre los desarrollos de la colecciones biológicas en relación con las características didácticas y pedagógicas, cómo pueden potenciar la enseñanza de la biodiversidad, la conservación y la educación ambiental (Quintero Ramírez y Valbuena Ussa, 2021; Rabanaque y Darrigran, 2017).

Cabe destacar que las colecciones biológicas no son un material educativo por sí solas, sino que el potencial que poseen de producir un desencadenante de aprendizajes es fruto de un trabajo intencional guiado por el docente. Es decir, las colecciones biológicas pueden ser un material educativo (elaborado con la intención de facilitar los procesos de enseñanza-aprendizaje) o un recurso didáctico (recurso no elaborado específicamente como material didáctico, pero utilizada con esta finalidad) siempre y cuando entre en el circuito pedagógico, a través de un docente que desempeña un papel central en la confección y selección de los instrumentos, estrategias, recorridos, metodologías más adecuados que faciliten y estimulen las relaciones y conexiones entre conceptos para la construcción de nuevos conocimientos (Delgadillo y Góngora, 2009).

Las colecciones biológicas, además de estar compuestas por ejemplares, poseen una característica intrínseca que radica en su representatividad y naturaleza científica, lo cual constituye un complemento para su uso en investigación, difusión a través de exhibiciones, publicaciones y docencia (Rabanaque *et al.*, 2021). Teniendo en cuenta este último punto y con base en el principio didáctico de que se generan más oportunidades de aprendizaje a través de la participación activa, se resaltan los fines educativos de las colecciones biológicas, transformándolas en estrategias didácticas que permiten a los estudiantes aprender por su propia experiencia (Delgadillo y Góngora, 2009). Distintos autores (Sanmartí *et al.*, 2002; Simarro *et al.*, 2013) señalan que una forma de promover la construcción de modelos conceptuales adecuados, que brinden una visión concreta y real de la actividad científica, es a través de la resolución de actividades de laboratorio. En este tipo de prácticas es donde cobra relevancia la utilización de las colecciones biológicas.

En el contexto educativo actual de las nuevas tecnologías, el conocimiento múltiple y el aprendizaje conti-

nuo, una colección biológica ordenada tiene un poder educativo muy marcado, ya que estas colecciones dan sustancia a la relación entre los nombres científicos, la filogenia y la forma/función de las especies, lo que permite que el aprendizaje sea significativo, de otra forma serían tan solo nombres abstractos sin demasiado sentido (Delgadillo y Góngora, 2009). Las colecciones biológicas logran una interacción con los materiales que estimula la curiosidad de los estudiantes en diferentes espacios educativos, tanto áulicos como en exhibiciones didácticas y científicas (de Sousa Ferreira *et al.*, 2020).

Las colecciones biológicas como recurso educativo ayudan a la comprensión de conceptos teóricos difíciles de visualizar para los estudiantes en un contexto aislado a la temática abarcada. Los especímenes o lotes de estas colecciones brindan información biológica en distintos niveles, ya sea histórico, geográfico, morfológico, ecológico, etc. Por lo tanto, las colecciones biológicas pueden ser utilizadas en diversas áreas de enseñanza, y abordar varios puntos de vista y enfoques, lo que le otorga gran plasticidad a este recurso.

Por lo antes mencionado, una colección biológica no se reduce a la acumulación y el almacenamiento de lotes, sino que incluye otro tipo de contenidos (por ejemplo, catálogos ilustrados y material digital) que trascienden los saberes disciplinares científicos y son una forma de visibilizar las apropiaciones sociales y culturales de la biología, como parte de la superación de las tradiciones científicas y situando a su enseñanza en un contexto (Cadena y Rodríguez, 2017).

Más allá de los beneficios que proporciona el uso de colecciones biológicas en el ámbito educativo, muchas veces el empleo de este recurso se ve limitado por distintos factores (Custodio *et al.* 2018):

- Ausencia de colecciones biológicas de libre acceso para docentes y estudiantes en instituciones públicas (como colecciones de museos, parques temáticos, institutos de investigación, *Arboretum*), las cuales suelen ser accesibles solo para investigadores.
- Ausencia de colecciones biológicas en instituciones educativas.
- Desconocimiento por parte de los docentes acerca de los procesos básicos requeridos para la construcción de una colección biológica, así como carencias temporales para su diseño y elaboración.
- Limitaciones de espacio para depositar la colección en el establecimiento educativo.

La obtención de los especímenes para una colección biológica educativa muchas veces puede ser un obstáculo para que se concrete su elaboración. Sin embargo, pueden utilizarse ejemplares que los estudiantes llevan a las instituciones educativas o que son colectados de manera informal en sus hogares o plazas. Las salidas de campo también pueden proveer material ya que en ellas se pueden realizar colectas responsables de organismos (Darrigran, 2019); en este sentido, es importante no coleccionar una cantidad elevada de ejemplares de una misma especie; también es valioso recoger partes de organismos como valvas de moluscos, restos óseos, plumas, etc. (Grilli-Silva, 2018). Todos estos materiales pueden utilizarse como recursos didácticos que se integren a una colección biológica educativa. Aquí resulta de interés que previamente a realizar la conservación del material y emprender la elaboración de una colección se cuente con la mayor información posible sobre los ejemplares o muestras colectadas y del ambiente donde se las encontró.

Colecciones biológicas virtuales

Según la NU Cepal-Unesco (2020), con el fin de evitar la propagación de la covid-19 y mitigar su impacto, distintos Estados ordenaron el cierre masivo de las actividades presenciales de instituciones educativas. En mayo del 2020 más de 160 millones de estudiantes de América Latina y el Caribe de todos los niveles de enseñanza interrumpieron las clases presenciales. Estos datos no dejan de ser simples estadísticas, sin embargo, ayudan a dimensionar la magnitud de la crisis mundial y los escenarios en conflicto que la humanidad debió enfrentar (sufrimiento humano, agitación social, daño económico) (Cano e Ingol, 2020).

En este contexto, durante el 2020 y 2021 las clases en las Universidades Nacionales de Argentina debieron ser virtuales. Cátedras en las cuales la utilización de material de colección biológica era habitual (como Profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata, Argentina) debieron reconfigurar sus prácticas para la enseñanza remota, para lo cual confeccionaron imprevistas colecciones virtuales. Estas se organizaron a partir de imágenes fotográficas provistas por los docentes de las cátedras, y por exalumnos que poseían imágenes tomadas durante sus cursos presenciales. De este modo se logró elaborar una intuitiva colección de biología virtual compuesta por fotografías de diferentes ejemplares, así como de preparados histológicos (figura 2), de forma tal que se pudo adaptar el contenido del curso a las circunstancias mencionadas.

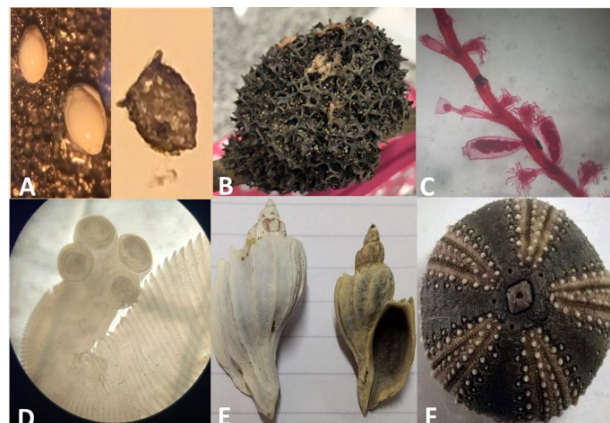


Figura 2. Ejemplos de fotografías de la repentina colección biológica virtual utilizada en el Profesorado en Ciencias Biológicas de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (UNLP, Argentina). A. Protistas: foraminíferos (*Pyrgo* sp.) y tecameba (*Diffugia* sp.). B. Porífero de agua dulce (*Drulia* sp.) (Cnidarios). C. Colonia de hidrozoo (Cnidarios). D. Escólex de *Moniezia* sp. (Platelminto). E. Moluscos gasterópodos (*Trophon* sp.). F. Equinoideo regular (*Arbacia* sp.).

El acceso a internet brinda otras posibilidades en el campo educativo, dado que permite el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para especular en la digitalización de colecciones biológicas virtuales. Estas colecciones ofrecen caminos alternativos posibles de ser recorridos en los procesos de enseñanza en entornos formales como en no convencionales. La digitalización de sus ejemplares aumenta la accesibilidad de la información a las instituciones educativas que no tengan acceso a una colección biológica. En este sentido, la filmación y el fotografiado de los organismos en el lugar donde fueron colectados constituyen una actividad didáctica muy recomendable y representan una forma de reemplazar el material natural (Grilli-Silva, 2018). El uso permanente de las colecciones con fines didácticos provoca deterioro del material debido a la manipulación durante la clase, por lo que deben ser acondicionadas con el tiempo. En este sentido, la colección biológica virtual como recurso didáctico amplía notablemente la posibilidad de su uso, ya que a través de su vinculación a internet en plataformas de libre acceso facilitan su utilización tanto a los docentes como a sus alumnos, ya que pueden vincularse a través de dispositivos de uso relativamente cotidiano como teléfonos celulares, *tablets*, etc.

Según Cook *et al.* (2014), los recursos digitales para biología disponibles en línea en la actualidad brindan la oportunidad de transformar los planes de estudios y pueden incluir experiencias educativas más auténticas e impulsadas por la investigación. Las colecciones biológicas virtuales en Estados Unidos, se han convertido

en grandes activos para la investigación en ciencias ambientales y de la salud, pero hasta la fecha, como sucede también en Argentina, estos datos siguen sin ser aprovechados por los educadores (Custodio *et al.*, 2018).

Consideraciones finales

En la actualidad, la biodiversidad atraviesa una profunda crisis producto de múltiples acciones humanas inadecuadas; algunos aspectos de esta problemática son poco conocidos por la ciudadanía. Las colecciones biológicas son importantes reservorios de información sobre la biodiversidad y fundamentales respecto a su conservación, que se constituyen en recursos valiosos que reflejan diferentes dimensiones de esta. En este sentido, la construcción de una colección biológica se instala como un medio que aporta al conocimiento de la biodiversidad de los estudiantes y de la sociedad. En particular, las colecciones biológicas virtuales son recursos didácticos útiles de implementar, pero poco conocidos, que permiten romper barreras físicas y temporales, además de universalizar su uso como recurso didáctico a través de la vinculación de material digitalizado y de internet.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Departamento de Ciencias Exactas y Naturales de la FAHCE (UNLP) y al Laboratorio de Investigación e Innovación en Educación en Ciencias Exactas y Naturales (LIECEYN – IDIHCS; FAHCE/UNLP-Conicet) por el continuo apoyo que brinda a las líneas de investigación. El financiamiento del trabajo fue parcialmente solventado por los proyectos 11/H949. PICT-2019-01417. PIP 1966.

Referencias

Barahona, A., Orofino, A. G., Mottes, S. y Campos, C. (2018). Colecciones biológicas y senderos interpretativos como herramientas de educación sobre biodiversidad: Una propuesta para alumnos del Profesorado de Biología de Mendoza [número extraordinario]. *Revista de Educación en Biología*, 1, 13-18.

Bondarenko Pisemskaya, N. (2009). El componente investigativo y la formación docente en Venezuela. *Estudios Pedagógicos* (Valdivia), 35(1), 253-260.

Cadena, F. M. y Rodríguez, D. S. (2017). Prácticas de enseñanza alrededor de las colecciones biológicas: Hacia la configuración del Museo Pedagógico de Biología [número extraordinario]. *Bio-grafía*, 657-664.

Cano, A. e Ingold, M. (2020). La extensión universitaria en tiempos de pandemia: Lo que emerge de la emergencia. *Redes de Extensión*, 7, 38-45.

Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB). (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. <http://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>.

Cook, J. A., Edwards, S. V., Lacey, E. A., Guralnick, R. P., Soltis, P. S., Soltis, D. E., Welch, C. K; Bell, K. C.; Galbreath, K. E.; Himes, C.; Allen, J. M.; Heath, T. A.; Carnaval, A. C.; Cooper, K. L.; Liu, M.; Hanken, J. & Ickert-Bond, S. (2014). Natural history collections as emerging resources for innovative education. *BioScience*, 64(8), 725-734.

Custodio, H., Dietrich, D., Amoia, A., Vilches, A. y de Freitas Novais, L. (2018). Percepción de las colecciones biológicas en estudiantes de Profesorado de Ciencias Biológicas [número extraordinario]. *Memorias de las Jornadas Nacionales y Congreso Internacional en Enseñanza de la Biología*, 1, 172-178.

Damborenea, M. C. (2010). *Implementación de un plan de colecciones biológicas* [ponencia]. I Congreso Nacional de Museos Universitarios (La Plata, Argentina, octubre del 2010).

Darrigran, G. (2012). Las colecciones biológicas ¿para qué? *Boletín Biológica*, 6.

Darrigran, G. (Comp.) (2019). *El trabajo de campo como espacio de construcción del conocimiento: Criterios y orientaciones en el ámbito de la enseñanza de la biología*. Serie Libro de Cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/32168>

de Sousa Ferreira, L. C. B., dos Santos, M. C. F., Silva, M. P. S. y Santori, R. T. (2020). Percepções de estudantes do ensino fundamental sobre uma exposição didática de zoologia. *Bio-grafía: Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*, 13(24).

Delgadillo, I. y Góngora F. (2009). Colecciones biológicas: Estrategias didácticas en la enseñanza-aprendizaje de la Biología. *Bio-grafía*, 2(3), 148-157.

Díaz, S., Fargione, J., Chapin III, F. S. y Tilman, D. (2006). Biodiversity loss threatens human well-being. *PLoS biology*, 4(8), e277.

Grilli-Silva J. (2018) El material natural en la Biología escolar: Consideraciones éticas y didáctica sobre las actividades prácticas de laboratorio. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1104.

- NU Cepal-Unesco (2020). La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45904/S2000510_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Nuñez, V., Damborenea, C. y Darrigran, G. (2019). Illustrated catalogue of type specimens of Volutidae (Gastropoda) in the Malacological Collection of the Museo de La Plata, Argentina. *Zoosystematics and Evolution*, 95(1), 65-93. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/117272>
- Quintero Ramírez, D. M. y Valbuena Ussa, É. O. (2021). Análisis documental de las colecciones biológicas como espacios no convencionales en la educación en biodiversidad: Resultados preliminares [número extraordinario] *Memorias de las Jornadas Nacionales y Congreso Internacional en Enseñanza de la Biología*, 3, 660-662.
- Rabanaque, C., Custodio, H., Copello, M., Vilches, A., Legarralde, T. y Darrigran, G. (2021). A Natural Science Museum as a resource for teaching and learning. *International Journal of Zoology and Animal Biology*, 4(2), 000294. <https://medwinpublishers.com/; IZAB/a-natural-science-museum-as-a-resource-for-teaching-and-learning.pdf>
- Rabanaque, C. y Darrigran, G. (2017). *Las colecciones biológicas del Museo* (ponencia). I Congreso Iberoamericano de Museos Universitarios. Museos y Archivos Universitarios. Educación, accesibilidad e inclusión: un debate necesario. 22 al 24 de mayo de 2017, La Plata, Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata.
- Rojas Martínez, C. (2019). *Las colecciones biológicas como herramienta para la enseñanza de la biodiversidad en la educación media superior* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de México]. https://repositorio.unam.mx/contenidos/las-colecciones-biologicas-como-herramienta-para-la-ensenanza-de-la-biodiversidad-en-la-educacion-media-superior-3489037?c=pkDXz2&d=true&q=*&i=1&v=1&t=search_0&as=0
- Sanmartí, N., Márquez C. y García Rovira, P. (2002). Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. *Aula de Innovación Educativa*, 113.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2000). Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: Texto y anexos. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- Simarro, C., Couso, D. y Pintó R. (2013). Indagació basada en la modelització: Un marc per al treball pràctic. *Ciències*, 25, 35-43.
- Simmons, J. E. y Muñoz-Saba, Y. (Eds.). (2005). *Cuidado, manejo y conservación de las colecciones biológicas*. Universidad Nacional de Colombia.
- Torralba-Burrial, A., Arias, A. y Herrero Vázquez, M. (2018). *Evaluación diagnóstica sobre necesidades de aprendizaje para el diseño de una colección virtual de fauna como innovación educativa*. 28 Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- Torres Rivera, L. B., Benavides Peña, J. E., Latoja Vollouta, C. J. y Novoa Contreras, E. R. (2017). Presencia de una educación ambiental basada en conocimiento, actitudes y prácticas en la enseñanza de las ciencias naturales en establecimientos municipales de la ciudad de Los Ángeles, Chile. *Estudios Pedagógicos (Valdivia)*, 43(3), 311-323.
- Trujillo, E. T., Triviño, P. A. V. y Fajardo, L. V. S. (2014). Clasificación, manejo y conservación de colecciones biológicas: Una mirada a su importancia para la biodiversidad. *Momentos de Ciencia*, 11(2).
- Vilches, A. M., Legarralde, T., Darrigran, G. y Ramírez, S. (2015). Conocimiento y valoración sobre biodiversidad en futuros profesores de biología y geografía. *Revista de Educación en Biología*, 18(2), 46-58. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaadbia/article/view/22470>
- Wheeler, Q. D. (1990). Insect diversity and cladistic constraints. *Annals of the Entomological Society of America*, 83, 1031-1047.