

Promoviendo la ciencia abierta con un instrumento científico de bajo costo para la observación de biofilm en la formación docente

Mariano Rodríguez-Malebrán¹, Alejo Bonifacio², Micaela Zambrano³

¹Grupo de Investigación EDUCEVA -Grupo de Extensión CienciaTIC. Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. FCEfyN, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. ^{1,2,3}Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – CONICET.

^{2,3}Instituto de Diversidad y Ecología Animal (IDEA). FCEfyN, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

¹mariano.rodriguez.malebran@mi.unc.edu.ar; ²alejo.bonifacio@unc.edu.ar;

³micaela.zambrano@unc.edu.ar

Resumen

Este estudio presentó una experiencia didáctica con estudiantes de profesorado en biología, enfocados en construir un microscopio de bajo costo para observar biofilms. Se destaca la importancia del microscopio en la educación biológica y cómo superar las limitaciones de recursos en los laboratorios. La actividad promovió la ciencia abierta y el uso de hardware accesible, permitiendo a los estudiantes de profesorado aplicar conceptos teóricos de manera práctica. Al montar y usar el microscopio, los estudiantes adquirieron habilidades técnicas y una mejor comprensión de los biofilms como indicadores ambientales. Los resultados muestran que es posible democratizar el acceso a herramientas científicas, fomentando la curiosidad y la innovación.

Palabras clave: MICROSCOPIO DE BAJO COSTO; CIENCIA ABIERTA; EDUCACIÓN EN BIOLOGÍA; BIOFILMS; FORMACIÓN DOCENTE.

Introducción

El microscopio ha desempeñado un papel central en la educación biológica, influyendo en la selección de contenidos, estrategias y actividades en el aula de biología. La observación microscópica de muestras es una práctica esencial que facilita la comprensión de la biología tanto para la enseñanza como para el aprendizaje. Este instrumento ha sido vital en la construcción del conocimiento biológico mediante la microscopía y en las prácticas de laboratorio, permitiendo observar células animales y vegetales, así como capturar imágenes de células con diámetros entre 10 y 20 micras (μm), aproximadamente cinco veces más pequeñas que la partícula más diminuta visible a simple vista (Rodríguez-Malebrán et al., 2022).

En la formación docente, el uso de instrumentos tecnológicos como el microscopio y técnicos como las tinciones resultan muy útiles para la enseñanza de contenidos de biología celular. No obstante, las prácticas de laboratorio en la educación científica escolar

están limitadas por la falta de recursos e instalaciones, el acceso insuficiente a herramientas tecnológicas adecuadas y, en algunos casos, el elevado número de estudiantes por clase (Fernández-Marchesi et al., 2011). Por ejemplo, el estudio de Cabrol y Székely (2012) revela que, en América Latina, el 88% de las escuelas públicas carecen del equipamiento tecnológico necesario para realizar trabajos prácticos de laboratorio.

La ciencia abierta busca democratizar el acceso al conocimiento científico y tecnológico. Un aspecto de esta es facilitar el acceso y desarrollo de instrumentos científicos para la creación de nuevo conocimiento y comprensión del funcionamiento de las herramientas tecnológicas (Maia Chagas, 2018). En un contexto como el latinoamericano, que la construcción de estas herramientas sea de bajo costo es tan importante como el acceso a las instrucciones para la construcción de la herramienta. Es aquí donde cobra especial relevancia el hardware científico abierto.

El conocimiento del mundo microscópico más allá de los conceptos básicos de célula y tejidos puede llevar a encontrarnos con organismos eucariotas unicelulares de vida libre. Entre estos organismos podemos encontrar los representantes del biofilm; comunidad estructurada de microorganismos adheridos a una superficie viva o inerte, rodeados por una matriz extracelular que ellos mismos producen (Costerton et al., 1995). Esta comunidad en ambientes como ríos es un poderoso indicador del estado ambiental y la integridad ecológica de estos, entendiendo esta última como estado o condición de un ecosistema en el que sus componentes, estructuras y procesos naturales están funcionando de manera óptima y sostenible (Muñoz et al., 2012).

A su vez, según la revisión de los materiales curriculares de Educación Secundaria de Córdoba, los profesores de biología enseñan sobre la célula y promueven el uso de microscopios para observar levaduras, protozoos ciliados, y células vegetales y animales. En los distintos niveles, se estudian temas como la nutrición celular, la Teoría Celular, las diferencias entre células procariotas y eucariotas, el ciclo celular, y conceptos ambientales relacionados con biofilms. Basado en estos antecedentes, el objetivo de la experiencia educativa fue promover la ciencia abierta mediante un microscopio de bajo costo para observar biofilms y apoyar la formación docente en el Instituto Superior Nuestra Señora de Las Mercedes de Córdoba, Argentina.

Descripción de la secuencia didáctica

En la primera etapa del taller, se les presentó a los estudiantes de profesorado la historia de la ciencia en el ámbito de la microscopía, enfocándose en cómo un comerciante de telas holandés, Antonie van Leeuwenhoek, construyó un prototipo para observar pequeños animalculos. Luego, se les mostró un prototipo de microscopio de bajo costo llamado Micro-Hoek (Rodríguez-Malebrán et al., 2022), el cual permite capturar imágenes con el sensor del dispositivo móvil y tiene una magnificación aproximada de 175x.

Posteriormente, se discutió el significado de la ciencia abierta y la importancia de observar biofilm. Finalmente, los estudiantes de profesorado construyeron este microscopio de bajo costo y lograron observar biofilm.

Reflexiones finales

La experiencia demostró el valor del hardware y la ciencia abierta en democratizar el acceso a herramientas científicas y didácticas. La construcción del microscopio Micro-Hoek permitió a los estudiantes desarrollar equipos científicos de bajo costo sin sacrificar la calidad de las observaciones, haciendo la ciencia más accesible para comunidades con recursos limitados. Al ensamblar y utilizar el microscopio, los estudiantes adquirieron habilidades técnicas y una comprensión más profunda de los biofilms, destacando su relevancia ecológica. Esta actividad práctica promovió la curiosidad científica y la capacidad de resolver problemas, esenciales para futuros educadores. En conclusión, la experiencia didáctica fortaleció tanto el conocimiento teórico como práctico de los estudiantes, subrayando la importancia de la accesibilidad en la ciencia y el rol crucial de los educadores en inspirar a las futuras generaciones hacia una práctica inclusiva y consciente.

Referencias bibliográficas

- Cabrol, M., y Székely, M. (2012). *Educación para la transformación*. Washington, DC: BID.
- Costerton, J. W., Lewandowski, Z., Caldwell, D. E., Korber, D. R., y Lappin-Scott, H. M. (1995). Microbial biofilms. *Annual Review of Microbiology*, 49(1), 711-745. <https://doi.org/10.1146/annurev.mi.49.100195.003431>
- Fernández-Marchesi, N., Marcangeli, M., y Romero, C. (2011). Análisis de las estrategias de enseñanza de los docentes de ciencias naturales en dos escuelas públicas medias de tierra del fuego. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 44, 1381-1386.
- Maia Chagas, A. (2018). Haves and have nots must find a better way: The case for open scientific hardware. *PLoS Biology*, 16(9), e3000014. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000014>
- Muñoz, I., Sabater, S., y Barata, C. (2012). Evaluating Ecological Integrity in Multistressed Rivers: From the Currently Used Biotic Indices to Newly Developed Approaches Using Biofilms and Invertebrates. In: Guasch, H., Ginebreda, A., y Geiszinger, A. (Eds) *Emerging and Priority Pollutants in rivers. The Handbook of Environmental Chemistry*, 19. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-25722-3_8
- Rodríguez-Malebrán, M., Maldonado, E. M., Occelli, M., y Ariza, Y. (2022). Diseño y evaluación de "Micro-Hoek": un microscopio a bajo costo con teléfonos móviles para la educación básica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(2), 220201-220216. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i2.2202