

Enseñar ciencias mediante prácticas STEM y el uso de Micro-Hoek

Mariano Rodríguez Malebrán
Universidad de La Serena
Mariano.rodriguez@userena.cl

Edgardo Mundaca Maldonado
Universidad Nacional de Córdoba
emundaca@userena.cl

Rodomiros Osorio Barahona
Universidad de La Serena
rosorio@userena.cl

Línea temática: STEM y didáctica de las ciencias naturales

Modalidad: 1

Resumen

Desde su descubrimiento el microscopio como instrumento de observación de células, ha suscitado gran interés en la biología celular y en la enseñanza de la microscopía en todos los niveles educativos. En el nivel escolar la educación científica es promovida en el Marco Curricular de Ciencias Naturales (Ministerio de Educación de Chile), con el objetivo de desarrollar habilidades de investigación científica en los estudiantes, a través de actividades didácticas que estimulen la observación, búsqueda de evidencia, diseño y uso de modelos. Sin embargo, la enseñanza de la biología celular a nivel microscópico es escasa en los centros educativos escolares públicos, debido a la falta de equipamiento tecnológico para realizar trabajos prácticos de laboratorio. Dados estos antecedentes, el objetivo del trabajo fue construir un modelo de microscopio a bajo costo para capturar imágenes microscópicas y enseñar biología en nivel primario. Los estudiantes de 5° y 8° básicos de la Escuela Peñuelas (Coquimbo), estudiantes de 8° básico del Liceo Diego de Almeida (El Salvador), estudiantes de 7° grado del Colegio Aquileo Parra (Bogotá) construyeron Micro-Hoek y con ayuda de sus dispositivos móviles pudieron capturar imágenes microscópicas de células vegetales y estomas de hoja de agapanto y células epiteliales de mucosa bucal.

Palabras claves: Microscopio, Micro-Hoek, Biología microscópica, Laboratorio, Prácticas STEM.

Objetivo

Diseñar y construir un modelo de microscopio a bajo costo para capturar imágenes microscópicas, con el fin de apoyar la enseñanza de la biología microscópica y las prácticas STEM.

Marco Teórico

Se viene trabajando y se está desarrollando la educación STEM (acrónimo en inglés de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas), con el fin de integrar distintas disciplinas para que las y los estudiantes desarrollen actitudes y hábitos de trabajo y de colaboración para la construcción de soluciones relacionadas con las ciencias, la matemática y la tecnología (Li, Froyd & Wang, 2019). Además, desde el año 2018 la Comisión Europea ha puesto en marcha una iniciativa que se centra en la mejora de la calidad educativa para el desarrollo de las competencias STEM (European Schoolnet, 2018), es decir competencias en matemáticas y competencias en ciencias básicas y tecnologías para promover las carreras STEM, aumentar los estudios científicos relacionados con la educación STEM y apoyar el desarrollo profesional de los profesores (Oyarzo, 2019).

A su vez, en las prácticas STEM (prácticas científicas, tecnológicas, ingenieriles y matemáticas) a nivel escolar se propone que el aula sirva como un espacio en el cual se puedan reproducir prácticas semejantes al mundo profesional STEM, con el objetivo de que las y los estudiantes tengan mayor interés en estas disciplinas científicas y que además participen activamente en las actividades de tipo cognitivas, sociales y discursivas (López, Couso y Simarro, 2018).

Sin embargo, a pesar de lo anterior diversos estudios han manifestado el descenso de la matrícula en carreras STEM (Toma y Greca, 2016). Además, según el último estudio publicado por la 'Education at a Glance' (2019) las mujeres siguen siendo una minoría en todos los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) para carreras STEM. Estas diferencias de género en carreras STEM se inician en la educación escolar. Solsano (2019) realizó estudios longitudinales con grupos de estudiantes de educación secundaria e identificó que las mujeres piensan que son menos competentes en las materias STEM que sus compañeros varones, a pesar de tener calificaciones equiparables o superiores a ellos.

El desarrollo de escenarios de aprendizaje STEM podría considerarse como una manera de generar propuestas educativas en ciencias y tecnología que retoman las prácticas científicas. En este sentido, las prácticas científica usuales, como por ejemplo, la indagación (recolección y análisis de datos resultantes de observaciones y experimentos), argumentación (revisión del propio pensamiento y construcción de conocimiento para ser comunicados) y modelización (subsunción de fenómenos bajo modelos teóricos reconocibles, elaboración de modelos científicos en distintos contextos), son dimensiones de la práctica STEM asociadas a la práctica científica real, que ofrecen oportunidades para la enseñanza digital en contextos escolares (Osborne, 2014; López, Couso y Simarro, 2018).

En el caso de la biología, desde su descubrimiento el microscopio óptico como instrumento de observación de células, ha suscitado gran interés en la biología celular y en la enseñanza de la microscopía en todos los niveles educativos. En el nivel escolar la educación científica es

promovida en el Marco Curricular de Ciencias Naturales (Ministerio de Educación, 2015; 2016), con el objetivo de desarrollar habilidades de investigación científicas en los estudiantes. No obstante, la enseñanza de la biología celular a nivel microscópico es escasa en los centros educativos escolares principalmente públicos, debido a la falta de microscopios ópticos para realizar trabajos prácticos de laboratorio, ya que sus precios oscilan entre \$150.000 y \$2.000.000.

Dado estos antecedentes, la innovación que se presenta tiene por objetivo diseñar y construir un modelo de microscopio a bajo costo para capturar imágenes microscópicas, con el fin de apoyar la enseñanza y el aprendizaje de la biología microscópica en nivel primario.

Se toma el concepto de “modelo” como un facilitador, así lo define Adúriz-Bravo (2010, p.143), “un sustituto a la complejidad de los sistemas que son imposible de abordarlos de forma científica; por lo tanto, los científicos trabajan con representaciones de esos sistemas que sólo retienen algunos elementos esenciales de interés”. Estas representaciones pueden ser ideas como también objetos materiales, que no poseen una auto-identificación, ya que se construyen de acuerdo al contexto del tiempo y el lugar histórico definidos por ciertos grupos de personas (Chamizo, 2010). La modelización fomenta la construcción de modelos en las clases de ciencias, o sea, se parte de un modelo inicial que se construye a partir de las concepciones previas de los estudiantes y se instala como término un modelo de llegada, que es lo que se espera que los estudiantes comprendan (Pérez, Gómez y González, 2018).

Integración de Micro-Hoek al Curriculum Nacional

Asignatura	Nivel	Objetivos de aprendizaje
Tecnología	1° a 8° básico	OA_1. Crear diseños de objetos tecnológicos, representando sus ideas a través de dibujos a mano alzada o modelos concretos, desde sus propias experiencias y tópicos de otras asignaturas, con orientación del profesor (1° básico; Eje: Diseñar - emprendimiento).
		OA_2. Organizar las tareas para elaborar un objeto tecnológico, identificando los materiales y las herramientas necesarias en cada una de ellas para lograr el resultado deseado (3° básico; Eje: Hacer – materiales, herramientas y equipos).
		OA_3. Elaborar un objeto tecnológico según indicaciones del profesor, seleccionando y experimentando con: técnicas y herramientas para medir, cortar, plegar, unir, pegar, pintar, entre otras › materiales como papeles, fibras, plásticos, desechos, entre otros (Eje: Hacer - materiales, herramientas y equipos).
		OA_04. Probar y evaluar la calidad de los trabajos propios o de otros, de forma individual o en equipos, aplicando criterios de funcionamiento, técnicos, medioambientales, estéticos y de seguridad, y dialogando sobre sus resultados e ideas de mejoramiento (5° básico; Eje: Probar - Productos).

Fuente: https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-71242_archivo_01.pdf

Asignatura	Nivel	Objetivo de aprendizaje	Ejemplos de actividad
	5° básico	OA_1. Reconocer y explicar que los seres vivos están formados por	Los estudiantes observan y exploran a través del

Ciencias Naturales		una o más células y que estas se organizan en tejidos, órganos y sistemas. (Eje: Ciencias de la vida).	microscopio óptico, de imágenes o de un video, un organismo formado por una célula y otro por varias células.
	6° básico	OA_4. Identificar y describir las funciones de las principales estructuras del sistema reproductor humano femenino y masculino.	Los estudiantes observan, ya sea en un documento fotográfico o en el microscopio óptico, una imagen de un corte transversal de testículo y ovario.
	7° básico	OA_5. Comparar, usando modelos, microorganismos como virus, bacterias y hongos, en relación con: > Características estructurales (tamaño, forma y estructuras). > Características comunes de los seres vivos (alimentación, reproducción, respiración, etc.).	Observación de levaduras, protozoos ciliados, células animales y vegetales.
	8° básico	Desarrollar modelos que expliquen la relación entre la función de una célula y sus partes, considerando: Sus estructuras (núcleo, citoplasma, membrana celular, pared celular, vacuolas, mitocondria, cloroplastos, entre otros).	Observación de células animales y vegetales.

Fuente: <https://www.curriculumnacional.cl/614/w3-propertyvalue-493197.htm>

Asignatura	Nivel	Objetivos de aprendizaje
Matemáticas	1° básico	OA_14. Identificar en el entorno figuras 3D y figuras 2D y relacionarlas, usando material concreto.
	2° básico	OA_25. Diseñar y construir diferentes rectángulos, dados el perímetro, el área o ambos, y sacar conclusiones.
	8° básico	OA_11. Desarrollar las fórmulas para encontrar el área de superficies y el volumen de prismas rectos con diferentes bases y cilindros: Estimando de manera intuitiva área de superficie y volumen.

Fuente: <https://www.curriculumnacional.cl/614/w3-propertyvalue-49395.html>

Metodología

Se diseñó y construyó un modelo de microscopio a bajo costo utilizando material reciclable y dispositivos móviles (figura 1), que permite capturar imágenes y vídeos a nivel microscópico. Los materiales que se utilizan para su elaboración son los siguientes:

- Un lente llamado “ojo de pez” que se obtiene del lector de disco compacto de CD o DVD de un computador en desecho.
- Dos tubos de papel higiénico.
- Un palo de helado.
- Una luz led blanca de 3 voltios.

- Una pila CR2016 de 3 voltios.
- Dos trozos de elástico algodón.



Figura 1. Materiales utilizados para la construcción de Micro-Hoek.

El proceso de evaluación buscó identificar fortalezas y aspectos a mejorar del modelo de microscopio a bajo costo para la observación y captura de imágenes microscópicas. Para ello se confecciono dos encuestas destinadas para estudiantes y profesores de enseñanza básica (primaria).

Este instrumento estuvo estructurado con tres bloques. El primero presentó una escala Likert, para los siguientes aspectos: factibilidad de materiales, claridad en las instrucciones del manual, facilidad de construcción y recomendación de uso. Las escalas de valoración para cada uno de los aspectos que se evaluaron fueron los siguientes: MA: Muy de acuerdo / A: De acuerdo / I: Indeciso / D: En desacuerdo / MD: Muy en desacuerdo.

Se seleccionó la escala Likert debido a que es “una escala ordinal y, como tal, no mide en cuánto es más favorable o desfavorable una actitud, sino un escalonamiento de actitudes” (Ander-Egg, 2003). Este instrumento permite que la información sea recolectada de forma más precisa, ya que los encuestados se deben remitir a las alternativas de respuesta que presenta cada ítem.

El segundo bloque consistió en preguntas de respuesta corta referidas a datos personales y opinión sobre el uso de los dispositivos móviles y Micro-Hoek al interior del aula. En tanto, el tercero presentó preguntas abiertas para indagar cómo mejorar el modelo de microscopio a bajo costo para una segunda versión.

Resultados

Los estudiantes de 5° y 8° básicos de la Escuela Peñuelas (figura 2), estudiantes de 8° básico del Liceo Diego de Almeida (figura 3), estudiantes de 7° grado del Colegio Aquileo Parra (figura 4) y profesores de nivel primario (figura 5) construyeron Micro-Hoek y con ayuda de sus dispositivos móviles pudieron observar y capturar imágenes microscópicas (figura 6) de células vegetales y estomas de hoja de agapanto (al fresco), células epiteliales de mucosa bucal (al fresco) y ovocitos de machas (fija).



Figura 2. Estudiantes 5° y 8° básico de la Escuela Peñuelas (Coquimbo, Chile).



Figura 3. Estudiantes de 8° básico del Liceo Diego de Almeida (El Salvador, Chile).



Figura 4. Estudiantes de 7° grado del Colegio Aquileo Parra (Buenos Aires, Chile).



Figura 5. Profesores de Ciencias Naturales del Liceo Diego de Almeida (El Salvador, Chile).

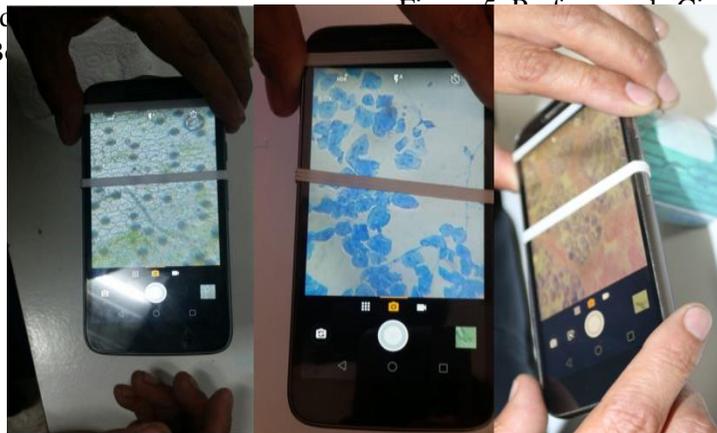


Figura 6. Células epidermis y estomáticas, células epiteliales y ovocitos de machas.

A su vez, 62 estudiantes de 5° y 8° básico de la Escuela Peñuelas contestaron una encuesta de satisfacción, en donde el 93 % de los estudiantes recomendaría Micro-Hoek a otros(as) compañeros(as) y lo volverían a utilizar para observar imágenes microscópicas (figura 7).

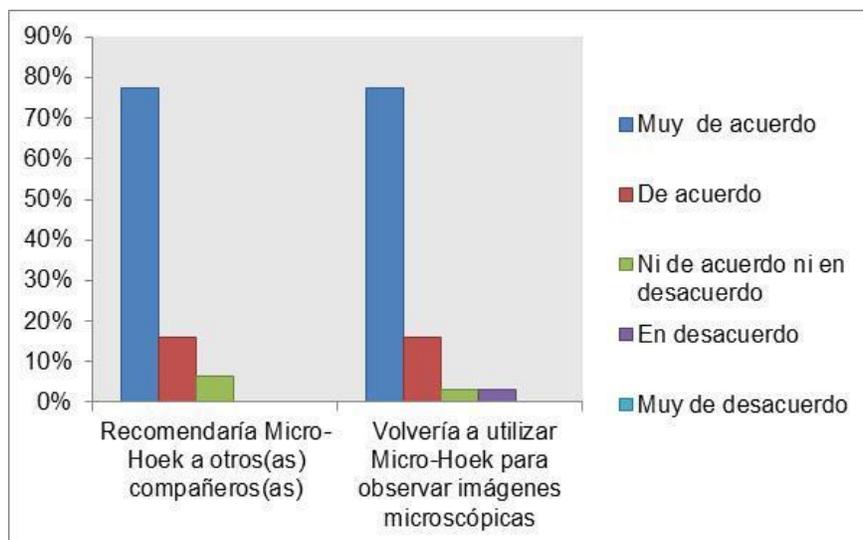


Figura 7. Recomendación y utilización de Micro-Hoek para observar imágenes microscópicas.

Conclusiones

A partir de la implementación instrumental del modelo Micro-Hoek, se puede concluir que es un capturador de imágenes microscópica (magnificación aproximada de 175x) con potencial educativo, bien evaluado por profesores de Ciencias Naturales y estudiantes de primaria. Sin embargo, se necesita implementar como propuesta didáctica en el aula y evaluar qué aprendizajes se generan.

Es importante señalar que Micro-Hoek ha sido exhibido en varias escuelas y universidades, y su manual de construcción tiene más de 10.000 descargas en ResearchGate. Pese a que el trabajo de campo del presente estudio se realizó meses antes que la pandemia del Covid-19 llegara a América Latina, su diseño ha sido difundido y replicado en numerosos sitios a través de internet, en un contexto (algunas veces) de confinamiento total, vislumbrando que el uso accesible de la tecnología sigue siendo fundamental en la enseñanza de la ciencia, tanto en forma presencial como virtual.

La segunda parte de este proyecto tiene relación con el diseño y aplicación de unidades didácticas fundamentadas, relacionadas con la enseñanza de las ciencias mediante prácticas STEM (modelización, argumentación e indagación) y el uso Micro-Hoek.

Bibliografía

- Adúriz-Bravo, A. (2010). Concepto de modelo científico: una mirada epistemológica de su evolución. En *Didácticas de las Ciencias Naturales* (pp. 141-161). Buenos Aires, Argentina: Lugar Editorial.
- Ander-Egg, E. (2003). Métodos y técnicas de investigación social IV. *Técnicas para la recogida de datos e información*. Buenos Aires – México: Grupo Editorial Lumen Hymanitas. Pp 135-138.
- Chamizo, J. A. C. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(1), 26-41.
- Education at a Glance (2019). *How many students study STEM?* Disponible en: <http://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/>
- European Schoolnet (2018). Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Policies in Europe. *Scientix Observatory report*. European Schoolnet, Brussels.
- Li, Y., Froyd, J. E. & Wang, K. (2019). Learning about research and readership development in STEM education: a systematic analysis of the journal's publications from 2014 to 2018. *International Journal of STEM Education*, 6:19.
- López, V., Couso, D. y Simarro, C. (2018). Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías. *Revista de educación a distancia*, 27.
- MINEDUC. (2015). *Bases Curriculares, Séptimo año básico a Segundo año medio* (168). Santiago, Chile: Ministerio de Educación.
- MINEDUC. (2016). *Ciencias Naturales, Programa de Estudio para Octavo año Básico* (78-81). Santiago, Chile: Ministerio de Educación.
- Oyarzo, J. (2019). Alfabetización científica e inclusión digital. En Quintanilla, M. y Vauras, M. (Comps.). *Inclusión digital y enseñanza de las ciencias. Aprendizaje de competencias del futuro para promover el desarrollo del pensamiento científico* (26-36). Santiago, Chile: Editorial Bellaterra Ltda.
- Pérez, G., Gómez Galindo, A. A., & González Galli, L. (2018). Enseñanza de la evolución: fundamentos para el diseño de una propuesta didáctica basada en la modelización y la metacognición sobre los obstáculos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2102.
- Solsano, N. (2019). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación y las diferencias de género. Aportes para repensar la enseñanza de las ciencias. *Inclusión digital y enseñanza de las ciencias. Aprendizaje de competencias del futuro para promover el desarrollo del pensamiento científico* (141-145). Santiago, Chile: Editorial Bellaterra Ltda.
- Toma, R. B., y Greca Dufranc, I. M. (2016). Modelo interdisciplinar de educación STEM para la etapa de Educación Primaria. En P. Membiela, N. Casado, M. I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *La enseñanza de las ciencias en el actual contexto educativo* (p. 391-395). Ourense: Educación Editorial.