



XVI
Congreso Nacional de
Investigación Educativa
CNIE-2021

Evaluación de un material para la enseñanza de la biodiversidad y la observación científica mediante juicio de expertos

Cristian Yasser Martínez Rodríguez

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Monterrey
Grupo de Investigación: Biología, Enseñanza y Realidades Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia
yasser.martinez@cinvestav.mx

María Teresa Guerra Ramos

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Monterrey
tguerra@cinvestav.mx

Área temática 06. Educación en campos disciplinares.

Línea temática: Desarrollo curricular -diseño de secuencias didácticas-, innovación educativa y, diseño y evaluación de materiales educativos.

Tipo de ponencia: Reportes parciales de investigación.



Resumen

Este trabajo presenta resultados parciales del análisis cuantitativo y cualitativo de la evaluación del diseño de material educativo para la enseñanza de la biodiversidad desde lo conceptual, promoviendo la observación científica como componente metacognitivo; dirigido a estudiantes de primer grado de secundaria. La estrategia de evaluación se enmarcó en la aplicación de un juicio de expertas/os, para lo cual se convocaron a siete profesionales provenientes de México y Colombia, en tres campos de experiencia: en didáctica de las ciencias, en la disciplina relacionada (microbiología) y profesores de biología en ejercicio. Para la evaluación propusimos once indicadores en cuatro componentes: disciplinar, didáctico-pedagógico, estructural-lógico y el relacionado con la observación científica. En términos generales, el procesamiento cuantitativo de los ítems nos sugiere que hay alto acuerdo entre los expertos con el material educativo. Frente a las fortalezas, la mayoría de los comentarios se centraron en los recursos incorporados y en la observación científica como habilidad central. Las debilidades y recomendaciones giran en torno a la perspectiva epistemológica de la biodiversidad, aspectos curriculares, la regulación de aprendizaje, el papel del profesor, el intercambio de ideas en los procesos asociados a la observación y emerge la necesidad de adaptar el material a un formato digital.

Palabras clave: *Materiales educativos, enseñanza, evaluación, observación, biodiversidad.*

Introducción

Actualmente, la alfabetización en microbiología surge de la necesidad de informar y formar a sujetos y sujetos en pensamiento crítico. No obstante, existen elementos que obstaculizan estos procesos. Para Fraga (2018) hay tres problemas asociados: la invisibilidad a simple vista, la representación en los medios (visuales y didácticos como libros de texto y material educativo), y la historia reciente de la microbiología como disciplina científica. Además, el conocimiento sobre la actividad microbiana es frecuentemente opacada, por lo que la información que está disponible es parcializada afectando la toma de decisiones informadas. En consecuencia, a pesar de que se toman decisiones basadas en las evidencias, no suelen responder a resultados imprevistos (Timmis et al. 2019). Por otro lado, Guerra y López-Valentín (2011) argumentan que la observación, desde la perspectiva procedimental no está presente en los libros de texto. Esta es una habilidad compleja que requiere del apoyo de otros procedimientos para realizarse, como la descripción, el registro, la comparación (Rodríguez, 2021), la interpretación y el razonamiento científico (Kohlhauf, Ruthke y Neuhaus, 2011).

Lo anterior supone un reto importante, pues implica vincular una concepción epistemológica con una habilidad metacognitiva dentro de un recurso que podrían utilizar los profesores y las profesoras para dejar de lado la visión estereotipada, antropológica y utilitarista del mundo de los microorganismos, para considerar su diversidad como un elemento interdisciplinar y metadisciplinar. Por tanto, proponemos un material educativo para la enseñanza de la biodiversidad de microorganismos o microbiodiversidad, desde la filosofía de microbiología; promoviendo la observación científica.

El objetivo de esta investigación consistió en evaluar el contenido de una versión inicial del material educativo a través de un juicio de expertas/os en didáctica de las ciencias, microbiología y profesores con experiencia en secundaria. La pregunta de investigación que orientó nuestra investigación fue: ¿cuáles son las fortalezas y debilidades que identifican jueces expertos en la revisión del material para la enseñanza de la microbiodiversidad? Nuestra hipótesis sugería que al tratarse de un enfoque novedoso sobre el estudio de los microorganismos y de una habilidad que no suele desarrollarse de manera sistemática en secundaria, los expertos nos aportarían opiniones sobre la consistencia interna y la validez del material.

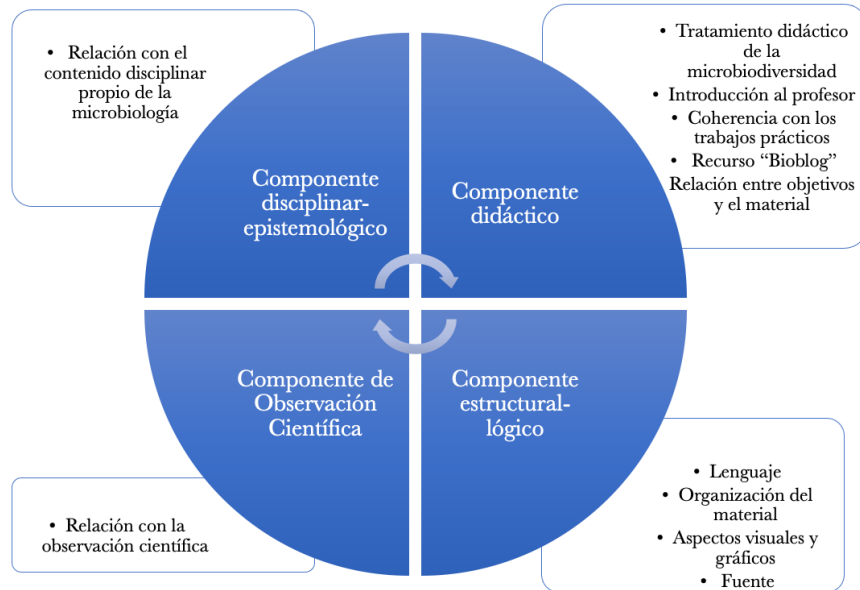
Desarrollo del material

El desarrollo de material educativo implica integrar diversos componentes que promuevan el abordaje del mundo microbiano desde una perspectiva que se aleje de la visión pesimista que rodea a la microbiología como disciplina científica. Así, el material que hemos diseñado, denominado “*Detectives de microorganismos*” plantea una perspectiva que invita a pensar el mundo microbiano desde el ámbito de la biodiversidad de microorganismos o microbiodiversidad, enfatizando en la observación científica como habilidad metacognitiva. Son cuatro los componentes conforman este material: componente disciplinar-epistemológico, didáctico-pedagógico, estructural-lógico y el de la observación científica.

1. *Componente disciplinar-epistemológico (CDIS)*: se presentan los contenidos de acuerdo con la asignatura y la temática de estudio en un orden lógico, con información actual y alto rigor científico. Esta organización debe conducir al establecimiento de relaciones conceptuales e interdisciplinarias (Marín, 2009). En el contexto del material, se fundamenta en la filosofía de la microbiología, que plantea una visión evolutiva-colaborativa de la microbiota, el microbioma y sus interacciones ecosistémicas (O'Malley, 2014; O'Malley y Parke, 2020). Por lo tanto, en este componente se busca determinar las relaciones entre el contenido disciplinar derivada de la filosofía de la microbiología, que aporte a la construcción de ideas clave que definan los objetivos de aprendizaje (Guisasola, Ametller y Zuza, 2021).
2. *Componente didáctico-pedagógico (CDID)*: se refiere a las orientaciones de enseñanza y aprendizaje; además de clarificar las condiciones y el proceso de evaluación que se aplicará a los y las estudiantes. Incluye, además, nuestras concepciones sobre educar, los planteamientos didácticos y metodológicos, conocimientos, habilidades y actitudes, objetivos, contenidos, y estrategias didácticas (Marín, 2009). En este componente se establece el tratamiento didáctico de la biodiversidad, la introducción al profesor, la coherencia con los trabajos prácticos, el recurso "Bio-blog" y la relación entre los objetivos y el material.
3. *Componente estructural-lógico (CEST)*: se establecen aspectos vinculados al diseño gráfico de dos naturalezas: físicos (elementos de encuadernación, seguridad, calidad que sean atractivos) y simbólicos (lenguaje verbal -textual y no verbal como representaciones gráficas, íconos, fotografías, entre otros) (Marín, 2009). En este componente se considera el lenguaje, la organización lógica del material, los aspectos visuales y gráficos, y la fuente.
4. *Componente de Observación científica (COBS)*: se establecen los elementos relacionados con la habilidad metacognitiva central, de acuerdo al modelo propuesto por Kohlhauf et al. (2011): descripción, interpretación y razonamiento científico.

Mediante la figura 1, esquematizamos los componentes que conforman el material educativo diseñado, asociando los elementos que las integran. El material en su versión evaluada por los expertos puede consultarse aquí.

Figura 1. Componentes que conforman el material educativo. Elaboración propia



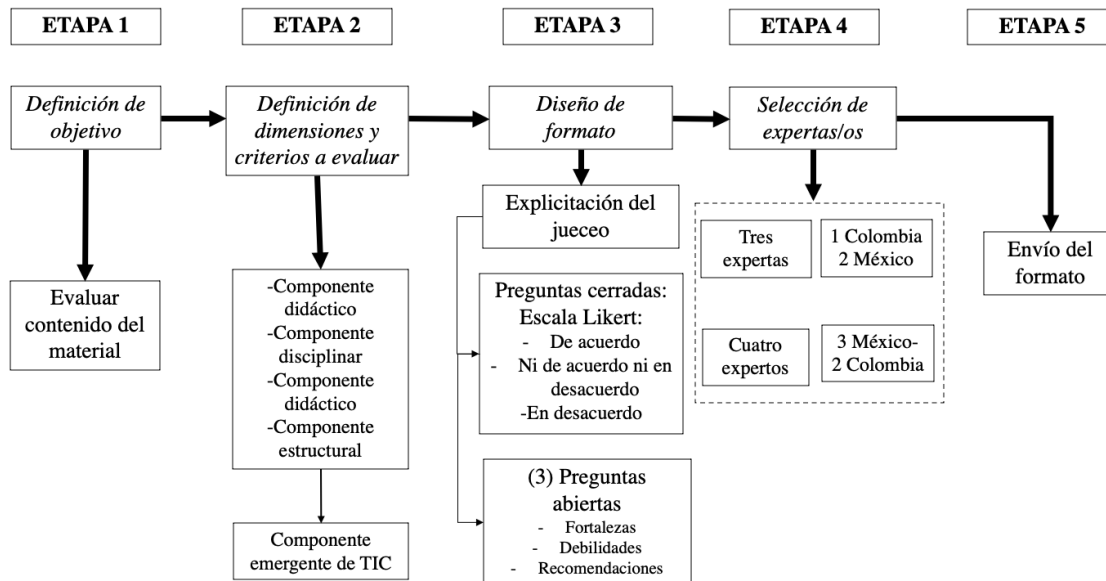
La evaluación formativa de material educativo es definida por Bautista, Martínez y Sainz (2001) como una acción de demanda social, que busca la mejora constante de la producción, adaptación o adopción de materiales didácticos. Estos autores resaltan que el proceso de evaluación debe partir de un proceso de reflexión propia, adecuando los criterios cuantitativos y cualitativos para evaluar.

Estrategia metodológica

Para la evaluación del material preliminar aplicamos la estrategia del juicio de expertos, definida como una opinión informada de personas con trayectoria en un tema/campo de experiencia determinado, para proporcionar información, evidencias, juicios y valoraciones (Escobar y Cuervo, 2008; Martínez y Mendoza, 2017). El análisis subsecuente permitirá la toma de decisiones respecto a que modificar, integrar o eliminar en el nuevo material (Galicía, Balderrama y Navarro, 2017).

Consideramos las ideas planteadas por Escobar y Cuervo (2008), y Martínez y Mendoza (2017) para establecer el proceso, compuesto por cinco etapas: definición de objetivo, definición de dimensiones y criterios de evaluación, el diseño de formato para la evaluación, la selección de expertas/os, y el envío del instrumento vía correo electrónico. Este proceso se esquematiza mediante la figura 2.

Figura 2. Esquematisando el proceso de aplicación del juicio de expertas y expertos. Elaboración propia



Las dimensiones para evaluar se establecieron a partir de los cuatro componentes, y en el proceso de análisis emergió el componente de tecnologías de la información y la comunicación (CTIC). Después, diseñamos el formato para el jueceo que se dividió en dos partes: la primera, preguntas cerradas relacionadas con once dimensiones vinculadas a los componentes (figura 1) en Escala Likert; y la segunda eran tres preguntas abiertas en las que se solicitaban fortalezas, debilidades y recomendaciones para un rediseño posterior. Acto seguido, contactamos a siete expertas y expertos. Dos expertos en el campo de la didáctica de las ciencias (uno de Colombia, y otro de México), dos expertas en microbiología (una de Colombia y otra de México), y tres profesores de secundaria en ejercicio (dos de México y uno de Colombia).

Posterior a la recepción de los formularios llenados por los expertos y las expertas, realizamos dos tipos de análisis. El primero consistió en cuantificar los acuerdos, desacuerdos y las respuestas neutras que fueron proporcionadas. El segundo análisis se realizó de manera cualitativa. Las respuestas abiertas fueron tratadas de acuerdo con el análisis de contenido propuesto por Bardín (2002), atravesando tres etapas: (1) exploración y preanálisis del material, (2) aprovechamiento y (3) tratamiento de resultados obtenidos. Establecimos el sistema de dimensiones y categorías *a posteriori*, teniendo en cuenta las dimensiones evaluadas en el instrumento de evaluación.

Resultados

Cuantificación de acuerdos, desacuerdos y respuestas neutras

En el componente disciplinar, seis de los expertos están de acuerdo con la relación entre las finalidades y el contenido disciplinar, mientras que uno tiene una posición neutra. Frente al componente didáctico, seis de los expertos y expertas coinciden en acuerdos frente al tratamiento didáctico de la biodiversidad y la coherencia

con los trabajos prácticos; y cinco de ellos y ellas estuvieron de acuerdo con la introducción al profesor y en los recursos. Sin embargo, dos indican estar en desacuerdo con la relación de los objetivos y el material.

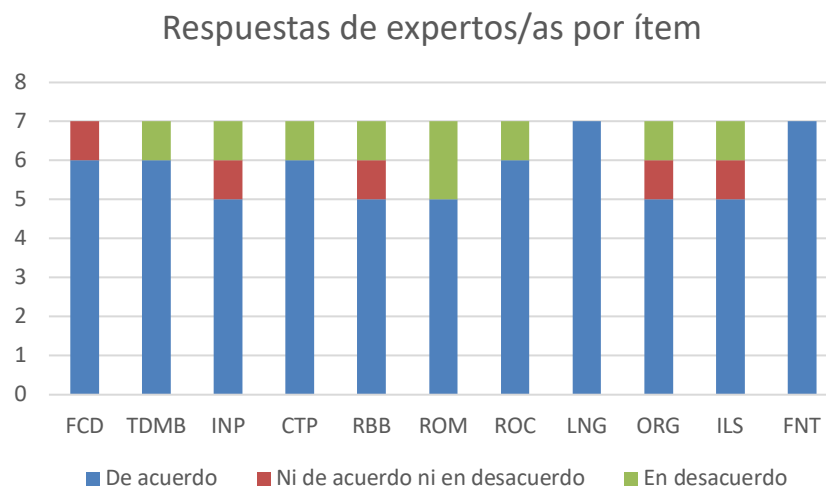
Con relación al componente de observación científica, seis de los expertos están de acuerdo mientras que hay un desacuerdo. Finalmente, frente a la estructura del material, hay un acuerdo total en el lenguaje y la fuente del material; mientras que cinco de los expertos están de acuerdo tanto en la organización como en las ilustraciones, registrando también una respuesta neutra y un desacuerdo, respectivamente. Mediante la tabla 2, se registran las frecuencias de las respuestas suministradas por los/las expertos/as en el proceso de evaluación por ítems.

Tabla 2. Frecuencias de las respuestas suministradas por los/las expertos/as en el proceso de evaluación

Dimensión	ITEM	Código	De acuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	En desacuerdo
CDIS	Relación entre finalidades y el contenido disciplinar	FCD	6	1	
	Tratamiento didáctico de la micro-biodiversidad	TDMB	6		1
	Introducción al profesor	INP	5	1	1
CDID	Coherencia con los trabajos prácticos	CTP	6		1
	Recurso Bio-blog	RBB	5	1	1
	Relación con los objetivos y el material	ROM	5		2
COBS	Relación con la observación científica	ROC	6		1
	Lenguaje	LNG	7		
CEST	Organización	ORG	5	1	1
	Ilustraciones	ILS	5	1	1
	Fuente	FNT	7		

La frecuencia de cada uno de los ítems evidencia un acuerdo general. Mediante el gráfico de la figura 3, se ilustran los acuerdos, desacuerdos y las respuestas neutras de cada ítem, reducidos a través de códigos.

Figura 3. Gráfico de frecuencias de las respuestas dadas por cada uno de los expertos



Fortalezas del material

Preliminarmente, por categoría de análisis, observamos que el componente más comentado fue CDID, con 14 unidades de análisis. Dentro de este, la mayoría de las unidades se realizan dentro de la categoría de “recursos”. Por otro lado, la menor cantidad de comentarios se presentaron en el CEST (3 comentarios) y el CDIS (1 comentario). A primera vista, las fortalezas se concentran en los recursos incorporados en el material educativo, y en la observación científica como habilidad central.

Tabla 3. Frecuencia de aparición de unidades de registro (CAT: categoría; DIM: Dimensión; UR: Unidades de registro).
Elaboración propia

DIM	CAT	Descripción	Total UR
CDIS	Relación con el contenido disciplinar	Relación entre finalidades y el contenido disciplinar	1
	Actividades	Resalta fortalezas frente a las actividades (tiempo, coherencia y/o pertinencia)	2
	Estructura del material	Destaca la estructura del material	2
	Recursos	Menciona la importancia de los recursos dentro del material y/o su flexibilidad. Puede mencionar la importancia del Bio-blog como recurso didáctico.	6
CDID	Modalidad de trabajo	Resalta elementos vinculados con el trabajo individual	1
		Menciona elementos relacionados con el trabajo en equipo o el trabajo grupal.	2
	Objetivos	Establece que los objetivos son claros y/o concretos	1
CEST	Introducción	Menciona la introducción del material como una de las fortalezas	1
	Aspectos visuales y gráficos	Establece que las imágenes, gráficos y narraciones son las adecuadas	2
COBS	Respecto a la observación científica	Considera a la observación como una habilidad que se promueve satisfactoriamente	5

Debilidades y recomendaciones propuestas

Al categorizar las respuestas proporcionadas por los expertos y las expertas, surgieron nuevas categorías. Así mismo, surge una nueva dimensión relacionada con la adaptación del material a elementos propios de las tecnologías de la información y la comunicación. Así las cosas, las nuevas categorías se especifican mediante la tabla xx.

Tabla 4. Categorías que surgen de la lectura de las respuestas abiertas correspondientes a las debilidades del material (UR: Unidades de Registro)

Dimensión	Categoría	Descripción	Total UR
CDIS	Concepción epistemológica	Se refiere a la necesidad de explicitar la perspectiva epistemológica y conceptual en el marco de la biodiversidad.	1
	Aspectos curriculares	Menciona poca relación entre los aprendizajes esperados del currículo y los objetivos de aprendizaje.	1
	Fases de planeación	Se refiere a la necesidad de explicitar a los/las participantes la finalidad de cada fase de planeación	1
	Evaluación y regulación de los aprendizajes	Está vinculado a la falta de claridad de los dispositivos que se ofrecen para la verificación de los aprendizajes, la autoevaluación y la coevaluación.	1
CEST	Papel del profesor/de la profesora	Establecen sugerencias sobre la clarificación del rol del profesor/de la profesora.	1
	Trabajo grupal e intercambio de ideas	Se refiere a precisar los momentos en los cuales los y las estudiantes tendrán diálogo grupal para intercambiar ideas y construir aprendizajes de forma conjunta.	1
	Trabajo práctico contextualizado	Sugieren que las experiencias prácticas podrían guiarse mediante situaciones cotidianas contextualizadas relacionadas a la microbiología como disciplina científica.	2
COBS	Intercambio de ideas en la observación	Menciona el intercambio de ideas en el ámbito del trabajo en equipo para construir colectivamente los aspectos relacionados con la observación.	1
	Profundización epistemológica de la observación	Considera que es importante hacer un análisis de la observación más allá de la instruccionalidad.	1
CEST	No se registraron categorías		
CTIC	Respecto a la adaptación a formato que permita la difusión del material.	Está anclado a la posibilidad de trasladar el material preliminar a un entorno virtual, que facilite la difusión, la recolección de las evidencias de aprendizaje y la evaluación.	2

Conclusiones

Preliminarmente, podemos considerar que hay un alto grado de acuerdo por parte de los expertos, lo que sugiere apoyo a la consistencia interna y validez a la versión inicial del material educativo. Particularmente, el único ítem que recibe más de un desacuerdo está relacionado con los objetivos y el material, lo que puede aprovecharse en su refinamiento.

De acuerdo con las fortalezas señaladas en las observaciones textuales de los expertos y las expertas, el componente de didáctica es el que obtiene mayores comentarios. Dentro de este componente, la mayoría de los comentarios se concentraron en los recursos, resaltando la pertinencia del *Bio-blog* como un elemento para acercar generacionalmente a los y las estudiantes al rastreo de información. Otras observaciones giraron en torno a la importancia de la propuesta para abordar temáticas relacionadas con los microorganismos, que se dificulta por la aparente invisibilidad de estos seres; y de trabajar la observación científica para el desarrollo del razonamiento científico.

En cuanto a las debilidades, las observaciones giraron en torno a la concepción epistemológica de la microbiodiversidad, la poca vinculación con aspectos curriculares, el desequilibrio entre las fases de planeación, la evaluación y procesos de regulación de los aprendizajes, el papel del profesor, el trabajo en grupo, el intercambio de ideas en la observación y la difusión del material. Estas debilidades permitieron la formulación de implicaciones para el rediseño, de tal manera que se incorporarán las voces y perspectivas de los expertos y las expertas.

Algunas de estas implicaciones son: explicitar la perspectiva epistemológica de la microbiodiversidad desde la filosofía de la biología, vincular las actividades con los aprendizajes esperados, incluir el contexto inmediato como escenario para el trabajo práctico, aclarar el papel del docente, profundizar en la idea de observación más allá de la instruccionalidad o de lo procedimental, la consolidación de espacios para el intercambio de ideas y el diálogo en el contexto de la observación científica, y rediseñar en un ambiente virtual para su difusión.

Emplear el análisis de contenido para el procesamiento de los datos resultó muy enriquecedor, porque permitió clasificar las respuestas, determinando puntualmente las fortalezas, debilidades y recomendaciones provenientes de las observaciones textuales y orales de los expertos y las expertas. Esta visibilización permitió leer y escuchar las voces de expertos y expertas en didáctica de las ciencias, microbiología y docencia en la secundaria. Este reconocimiento permitió la pluralidad de concepciones que nos ayudaron a pensar en la consolidación del material para la enseñanza de la microbiodiversidad.

Así, al igual que Galicia et al. (2017) y Cabero y Barroso (2013), utilizar el juicio de expertos como técnica de evaluación del contenido de un material educativo tuvo ventajas y desventajas. Como ventajas, podemos establecer que esta dinámica permitió identificar de manera puntual las fortalezas y las debilidades, que permitió tomar decisiones frente al rediseño del material educativo, tomando procedimientos metodológicos de carácter cuantitativa y cualitativa. Además, como lo reportan Ávila-Camacho et al. (2019) la evaluación por once ítems agilizó el proceso de evaluación, incorporando elementos que no se habían contemplado; cuestión que se evidenció en el tratamiento de las observaciones textuales y los comentarios de la entrevista informal.

El proceso de evaluación también presentó algunas desventajas. Una de ellas estuvo relacionada con la disparidad de las observaciones textuales, elemento que se manifestó en el procesamiento de datos mediante el uso del análisis de contenido, porque las contribuciones no tenían una tendencia general. Lo anterior, implicó

realizar la codificación de las unidades de análisis a partir de la cantidad de comentarios por dimensión-categoría. Sin embargo, este proceso contribuyó a concretar un mecanismo para la evaluación de materiales educativos desde una perspectiva dialógica y plural.

Es decir, considerar múltiples puntos de vista de manera pragmática, puede ser un medio para mejorar un material educativo para la enseñanza de la biodiversidad promoviendo el diálogo entre evaluadores y los desarrolladores de material educativo. La relevancia científica y social de nuestro trabajo es la propuesta de un proceso de evaluación que constituye una alternativa con sustento teórico y empírico que se contrapone a la elaboración y evaluación apresurada de materiales educativos.

Referencias

- Ávila-Camacho, M., Juárez-Hernández, L., Arreola-González, A., & Palmares-Villareal, O. (2019). Construcción y validación de un instrumento de valoración del desempeño docente en la ejecución de una secuencia didáctica. *Revista de Investigación en Educación*, 122-142.
- Bardín, L. (2002). *Análisis de contenido*. Ediciones Akal.
- Bautista, J., Martínez, R., & Sainz, M. (2001). La evaluación de materiales didácticos para la educación a distancia. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*.
- Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en medición*, 6, 27-36.
- Fraga, F. (2018). Towards an Evolutionary Perspective in Teaching and Popularizing Microbiology. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 19 (1), 1-6.
- Galicia, L., Balderrama, J., & Navarro, R. (2017). Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual. *Apertura*, 9 (2), 42-53.
- Guerra, M., & López Valentín, D. (2011). Las actividades incluidas en el libro de texto para la enseñanza de las ciencias naturales en sexto grado de primaria. Análisis de objetivos, procedimientos y potencial para promover el aprendizaje. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 16 (49), 441-470.
- Kohlhauf, L., Rutke, U., & Neuhaus, B. (2011). Influence of previous knowledge, language skills and domain-specific interest on observation competency. *Journal of Science Education and Technology*, 20 (5), 667-678.
- Marín, M. (2009). *Guía Didáctica*. Documento inédito no publicado.
- Martínez, C., & Mendoza, L. (2017). *Análisis de los resultados de la evaluación en competencias genéricas de las pruebas Saber Pro 2014 en programas de Licenciatura en el área de las Ciencias Naturales y Educación Ambiental de cuatro universidades del país*. Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- O'Malley, M. (2014). *Philosophy of Microbiology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- O'Malley, M., & Parke, E. (2020). Filosofía de la Microbiología. En E. Zalta, *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. 2020: Stanford University.

Rodríguez, M. (2021). *El desarrollo de la observación científica en el preescolar a través de una secuencia didáctica sobre la morfología de plantas*. Tesis de Maestría, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Monterrey.

Timmis, K., Cavicchioli, R., García, J., Nogales, B., Chavarría, M., Stein, L., . . . Handelsman, J. (2019). The urgent need for microbiology literacy in society. *Environmental Microbiology*, 21(5), 1513-1528.