

DISEÑO DE UN DICCIONARIO ILUSTRADO COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE MICROBIOLOGÍA EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

DESIGN OF AN ILLUSTRATED DICTIONARY AS A DIDACTIC RESOURCE FOR LEARNING MICROBIOLOGY IN STUDENTS OF UNDERGRADUATE DEGREES IN NATURAL SCIENCES AND ENVIRONMENTAL EDUCATION

Adriana Lucía Bermúdez Frías & Sharon Vanessa Galindo Fragoso

RESUMEN

La presente investigación surge de la necesidad de fortalecer la comprensión de la terminología microbiológica en estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Popular del Cesar, quienes presentan dificultades para interpretar conceptos especializados debido a la complejidad del lenguaje científico. En respuesta a esta problemática, se propuso el diseño de un diccionario ilustrado de microbiología como recurso didáctico que integrara definiciones conceptuales e ilustraciones científicas para favorecer un aprendizaje más significativo y facilitar la apropiación del vocabulario disciplinar. El objetivo general de la investigación fue diseñar un diccionario ilustrado de microbiología que contribuyera a la comprensión de los conceptos fundamentales de la asignatura. Para ello, se identificaron las principales dificultades de los estudiantes, se caracterizaron los contenidos esenciales del plan de estudios, se elaboraron ilustraciones científicas originales y se estructuró un recurso organizado por categorías temáticas, orientado a responder a las necesidades de aprendizaje detectadas.

Metodológicamente, el estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con un diseño descriptivo-documental y no experimental. Se realizó una revisión documental del plan de asignatura y de literatura científica especializada, complementada con la aplicación de un cuestionario dicotómico a 49 estudiantes que habían cursado Microbiología, con el fin de identificar los términos de mayor dificultad. Posteriormente, se seleccionaron y organizaron 70 conceptos en ocho categorías temáticas, se elaboraron ilustraciones científicas mediante dibujo a mano alzada con lápiz de grafito sobre papel de grano y se integraron en el diccionario. Finalmente, un grupo de 27 estudiantes evaluó el recurso mediante un post-cuestionario de valoración. Los resultados evidenciaron que las mayores dificultades conceptuales se concentraban en temas relacionados con metabolismo microbiano, crecimiento bacteriano, transferencia genética y aplicaciones microbianas. A partir de estos hallazgos se diseñó un diccionario ilustrado estructurado pedagógicamente y enriquecido con representaciones visuales que facilitan la comprensión de conceptos complejos. La valoración realizada por los estudiantes mostró una aceptación altamente positiva, ya que el 100 % consideró que el recurso constituye una herramienta útil para el aprendizaje de la microbiología. El estudio demuestra que la integración de ilustraciones científicas con definiciones claras favorece la comprensión del lenguaje microbiológico y fortalece los procesos de enseñanza y aprendizaje. El diccionario ilustrado se consolida como un recurso didáctico pertinente, sustentado en los principios del aprendizaje significativo y de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia, con potencial para mejorar la formación académica de los estudiantes en ciencias naturales.

Palabras clave: Microbiología, diccionario ilustrado, recurso didáctico, ilustración científica, aprendizaje significativo.

ABSTRACT

This research arose from the need to strengthen the understanding of microbiological terminology among students enrolled in the Bachelor's Degree in Natural Sciences and Environmental Education at the Universidad Popular del Cesar, who experience difficulties interpreting specialized concepts due to the complexity of scientific language. To address this issue, the study proposed the design of an illustrated microbiology dictionary as a teaching resource that integrates conceptual definitions with scientific illustrations to promote meaningful learning and facilitate the acquisition of disciplinary vocabulary. The main objective of the study was to design an illustrated microbiology dictionary that would contribute to the understanding of the fundamental concepts of the subject. To achieve this, the researchers identified the students' main learning difficulties, characterized the essential contents of the course syllabus, produced original scientific illustrations, and organized the resource into thematic categories tailored to the identified learning needs.

Methodologically, the study followed a qualitative approach with a descriptive-documentary and non-experimental design. A documentary review of the course syllabus and specialized scientific literature was conducted, complemented by the application of a dichotomous questionnaire to 49 students who had completed the Microbiology course in order to identify the most challenging terms. Subsequently, 70 concepts were selected and organized into eight thematic categories, illustrated through hand-drawn scientific artwork using graphite pencil on grain paper, and integrated into the dictionary. Finally, 27 students evaluated the resource through a post-questionnaire. The results revealed that the greatest conceptual difficulties were related to microbial metabolism, bacterial growth, genetic transfer, and microbial applications. Based on these findings, an illustrated dictionary was developed with a pedagogically organized structure and enriched with visual representations that facilitate the understanding of complex concepts. Student evaluation showed a highly positive perception of the resource, with 100% considering it a useful tool for learning microbiology. The study demonstrates that integrating scientific illustrations with clear conceptual definitions enhances the understanding of microbiological language and strengthens teaching and learning processes. The illustrated dictionary is established as a relevant educational resource, supported by the principles of meaningful learning and the cognitive theory of multimedia learning, with the potential to improve academic training in the field of natural sciences.

Keywords: microbiology, illustrated dictionary, teaching resource, scientific illustration, meaningful learning

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la microbiología enfrenta importantes desafíos debido a la complejidad de su terminología y a la naturaleza microscópica de los fenómenos que estudia, lo que dificulta su comprensión por parte de los estudiantes. Diversos antecedentes revisados en esta investigación destacan que la incorporación de recursos visuales favorece el aprendizaje de conceptos científicos complejos. En este sentido, estudios como los de Tversky et al. (2002), Mayer (2009), Gilbert (2010) y Dantas y Ramalho (2020) evidencian que la integración de representaciones gráficas

1 Filiación académica del autor 1

2 Filiación académica del autor 2

* Correo electrónico autor de correspondencia.

con explicaciones conceptuales mejora la comprensión, la retención de la información y el aprendizaje significativo, constituyendo un fundamento sólido para el diseño de materiales didácticos ilustrados.

En el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Popular del Cesar, los estudiantes presentan dificultades para comprender diversos términos microbiológicos especializados, situación que se ve reforzada por la limitada disponibilidad de recursos pedagógicos que integren explicaciones claras con apoyos visuales. Esta problemática afecta la apropiación del lenguaje científico y la comprensión de contenidos fundamentales de la asignatura, haciendo necesario el desarrollo de estrategias educativas innovadoras que faciliten el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En respuesta a esta necesidad, el objetivo general de la investigación fue diseñar un diccionario ilustrado como recurso didáctico para el aprendizaje de microbiología en estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. La elaboración de este recurso se justifica por su potencial para fortalecer la comprensión conceptual mediante la integración de definiciones científicas e ilustraciones, promoviendo el aprendizaje significativo y facilitando la interpretación de estructuras y procesos microbiológicos. De esta manera, el estudio contribuye al desarrollo de materiales educativos fundamentados en principios científicos y pedagógicos que favorecen la apropiación del lenguaje especializado y fortalecen la enseñanza de las ciencias.

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, con alcance descriptivo-documental y diseño no experimental, orientado al diseño de un diccionario ilustrado de microbiología como recurso didáctico para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Popular del Cesar. En primer lugar, se realizó una etapa de caracterización mediante la revisión documental del plan de asignatura de Microbiología y de literatura científica especializada, con el propósito de identificar los conceptos fundamentales de la disciplina. Paralelamente, se aplicó un cuestionario dicotómico a 49 estudiantes que habían cursado la asignatura para diagnosticar las principales dificultades en la comprensión de la terminología microbiológica. Esta fase permitió cumplir el objetivo de caracterizar las necesidades de aprendizaje y reconocer los términos que presentaban mayor complejidad para los estudiantes. Posteriormente, con base en los resultados del diagnóstico y en la revisión bibliográfica, se llevó a cabo la selección y organización de los términos microbiológicos. Los conceptos fueron depurados y clasificados en categorías temáticas coherentes con los contenidos curriculares de la asignatura, garantizando su pertinencia científica y pedagógica para la elaboración del recurso didáctico.

En una tercera etapa, se diseñaron ilustraciones científicas originales que representaran estructuras, formas y procesos microbiológicos asociados a los conceptos seleccionados. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica de cada término, seguida de la elaboración de bocetos y dibujos científicos a mano alzada con lápiz de grafito sobre papel de grano. Posteriormente, las ilustraciones fueron digitalizadas y editadas para optimizar su calidad visual e integrarlas al material final. Como cuarto paso, se elaboró el diccionario ilustrado, organizando sistemáticamente los términos en categorías temáticas e incorporando para cada entrada una definición conceptual clara y una ilustración científica correspondiente. Además, el recurso incluyó elementos complementarios orientados a facilitar la consulta y fortalecer el interés de los estudiantes por el aprendizaje de la microbiología. Y Finalmente, se desarrolló una fase de valoración de la utilidad pedagógica del diccionario mediante la aplicación de un post-cuestionario a 27 estudiantes. La información obtenida permitió conocer la percepción de los participantes sobre la utilidad del recurso para la comprensión de la terminología microbiológica y evaluar su pertinencia como estrategia didáctica para favorecer el aprendizaje significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos evidenciaron que los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental presentan dificultades significativas en la comprensión de diversos conceptos microbiológicos, especialmente en las categorías de metabolismo microbiano, crecimiento bacteriano, transferencia genética y aplicaciones microbianas. La aplicación del cuestionario diagnóstico a 49 participantes permitió identificar los términos con mayor nivel de complejidad percibida, información que sirvió como base para la selección y organización de los contenidos que integrarían el diccionario ilustrado. A partir del análisis documental del plan de estudios y de la literatura científica especializada, se seleccionaron 70 términos fundamentales, los cuales fueron organizados en ocho categorías temáticas relacionadas con los contenidos esenciales de la asignatura. Esta estructura permitió desarrollar un recurso didáctico coherente con los objetivos curriculares y orientado a responder a las necesidades de aprendizaje identificadas durante la fase diagnóstica.

Como resultado del proceso de diseño, se elaboraron ilustraciones científicas originales mediante dibujo a mano alzada, posteriormente digitalizadas e incorporadas al diccionario junto con definiciones conceptuales claras y fundamentadas. La integración de estos elementos permitió construir un material visual y pedagógico destinado a facilitar la comprensión de estructuras, procesos y conceptos microbiológicos que, por su naturaleza microscópica, suelen resultar abstractos para los estudiantes. La valoración del recurso mediante un post-cuestionario aplicado a 27 estudiantes evidenció una aceptación altamente favorable, ya que el 100 % de los participantes manifestó que el diccionario ilustrado constituye una herramienta útil para el aprendizaje de la microbiología. Estos resultados indican que el material diseñado responde adecuadamente a las necesidades identificadas y posee potencial para fortalecer la comprensión del lenguaje científico y favorecer procesos de aprendizaje más significativos.

La discusión de los resultados respalda la pertinencia del uso de recursos visuales en la enseñanza de las ciencias. La integración de ilustraciones científicas y definiciones conceptuales coincide con los planteamientos de Gilbert (2010), quien destaca el valor de las representaciones visuales para explicar fenómenos no observables directamente, y con la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia de Mayer (2009), según la cual la combinación de información verbal y visual mejora la comprensión de contenidos complejos. Asimismo, la valoración positiva obtenida es consistente con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel, al evidenciar que recursos didácticos contextualizados y organizados facilitan la construcción e integración de nuevos conocimientos en las estructuras cognitivas de los estudiantes. En conjunto, los resultados demuestran que el diccionario ilustrado constituye una estrategia pedagógica pertinente para fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de la microbiología en el contexto universitario.

CONCLUSIÓN

Se cumplió el objetivo general de diseñar un diccionario ilustrado como recurso didáctico para el aprendizaje de microbiología en estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Inicialmente, se caracterizaron las principales dificultades de comprensión de la terminología microbiológica y se identificaron los conceptos fundamentales presentes en el plan de estudios. Posteriormente, se seleccionaron y organizaron los términos de acuerdo con su relevancia curricular y se elaboraron ilustraciones científicas que representaron estructuras y procesos microbiológicos de manera clara y precisa. Finalmente, se integraron las definiciones conceptuales y las ilustraciones en un diccionario ilustrado cuya valoración por parte de los estudiantes evidenció una alta aceptación y utilidad pedagógica. En conjunto, los resultados demuestran que el recurso diseñado constituye una estrategia pertinente para fortalecer la comprensión del lenguaje microbiológico y promover un aprendizaje más significativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✓ Aguado Molina, M., & Villalba Salvador, M. (2020). La ilustración como recurso didáctico. *Dedica. Revista de Educação e Humanidades*, 17, 337-359.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7653710>
- ✓ Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for learning with multiple representations. *Educational Psychology Review*, 18(3), 183–198.
https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-006-9014-9?utm_source=chatgpt.com
- ✓ Alwadei, A. M., & Mohsen, M. A. (2023). Investigation of the use of infographics to aid second language vocabulary learning. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10, 108.
<https://www.nature.com/articles/s41599-023-01569-2>
- ✓ Arias, F. G. (2012). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (6.ª ed.). Episteme.
https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION
- ✓ Barber, B. (2002). *The complete guide to drawing and illustrating*. Arcturus Publishing.
https://openlibrary.org/books/OL1722165M/Sketching_your_favorite_subjects_in_pen_ink
- ✓ Barla, P., Breslav, S., Markosian, L., & Thollot, J. (2006). Interactive hatching and stippling by example. *Eurographics Symposium on Rendering*.
<https://www.penguinrandomhouse.com/books/628771/drawing-in-pen-and-ink-by-claudia-nice/>
- ✓ Barrientos Osorto, G. R. (2025). *Diccionario ilustrado de términos para Biología General I [Trabajo académico de curso]*. Universidad Nacional Autónoma de Honduras.
https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-autonoma-de-honduras/biologia-general-i/glosario-biologia-tarea-1/117884835?utm_source=chatgpt.com
- ✓ Carney, R. N., & Levin, J. R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational Psychology Review*, 14(1), 5–26.
<https://doi.org/10.1023/A:1013176309260>
- ✓ Cook, D. A., Levinson, A. J., & Garside, S. (2010). Internet-based learning in the health professions: A meta-analysis. *JAMA*, 300(10), 1181–1196.
<https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/182536>
- ✓ Dantas, É. F., & Ramalho, D. F. (2020). The use of different methodologies in the teaching of microbiology: A systematic literature review. *Research, Society and Development*, 9(8).
<https://www.rsdjournal.org/rsd/article/view/6396>
- ✓ Gilbert, J. K. (Ed.). (2010). *Visualization in Science Education*. Springer.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500690802673768>
- ✓ Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
[virtuais/pdf/metodologia_de_la_investigacion_hernandez_sampieri_6ta.pdf](https://www.researchgate.net/publication/260111111_Metodologia_de_la_investigacion_hernandez_sampieri_6ta.pdf)
- ✓ Hodges, E. R. S. (2003). *The guild handbook of scientific illustration* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
<https://arxiv.org/abs/2308.03644>
- ✓ Kaczmarek, H. (2016). Illustrations in a dictionary. Visual forms of entry presentation in a learner's dictionary. *Glottodidactica*, 43(2), 163-175.
<https://pressto.amu.edu.pl/index.php/gl/article/view/6887>
- ✓ Lowe, R. K. (2003). Animation and learning: Selective processing of information in dynamic graphics. *Learning and Instruction*, 13(2), 157–176.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095947520200018X>
- ✓ Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
https://books.google.com.co/books?id=5g0AM1CHysG&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- ✓ Murer, M. C. R., Rossi, C. C., Ferreira, R. P., Dias, S. R. C., & Pereira, M. F. (2022). Conceptions and trends in the teaching of Microbiology in Brazilian education. *Research, Society and Development*, 11(15).
https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/37349?utm_source=chatgpt.com
- ✓ Navas Saballo, J. A., & Morales Cerda, D. A. (2016). *Libro de texto de microbiología pecuaria [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria]*. Repositorio Institucional UNA.
<https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3221/>
- ✓ Nice, C. (1999). *Drawing in pencil*. North Light Books.
<https://arxiv.org/abs/cs/0607050>
- ✓ Perales Palacios, F. J., & Jiménez, J. D. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Análisis de libros de texto. Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369–386.
https://ensciencias.uab.cat/article/view/v20-n3-perales-jimenez?utm_source=chatgpt.com
- ✓ Schnotz, W. (2005). An integrated model of text and picture comprehension. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 49-69). Cambridge University Press.
https://books.google.com.co/books?id=SSLdo1MLIyWC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- ✓ Servicio Nacional de Aprendizaje. (2014). *Microbiología*. SENA.
https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/1347/capitulo_7.pdf;jsessionid=B0B572D26E36926A7F73F4C551B46647?sequence=1
- ✓ Silva, R. C., Silva, M. D., & Santos, C. G. (2019). Systematic Mapping: Methods, Techniques and Artifacts for the Education of Microbiology without the use of Laboratories.
https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1838?utm_source=chatgpt.com
- ✓ Torres Arroyo, E. L., Gracia Herrera, L., Thorrens Romero, E., & Villegas Gracia, R. (2023). *Introducción a la microbiología*. Editorial Universidad de Córdoba.
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/entities/publication/3c7a549c-596d-4758-aa81-0f1bd2c361f6>
- ✓ Tversky, B., Morrison, J. B., & Bétrancourt, M. (2002). Animation: Can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, 57(4), 247–262.
<https://doi.org/10.1006/ijhc.2002.1017>
- ✓ Ulloa, M., & Hanlin, R. T. (2006). *Illustrated Dictionary of Mycology*. APS Press.
https://apsjournals.apsnet.org/page/shopapspress/illustrated-dictionary-of-mycology?utm_source=chatgpt.com
- ✓ Wood, P. H. (1994). *Scientific illustration: A guide to biological, zoological, and medical rendering techniques, design, printing, and display*. Wiley-Liss.
https://openlibrary.org/books/OL3554710M/The_Guild_handbook_of_scientific_illustration



**DISEÑO DE UN DICCIONARIO ILUSTRADO COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA
EL APRENDIZAJE DE MICROBIOLOGÍA EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA
EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL**

ADRIANA LUCIA BERMÚDEZ FRIAS
SHARON VANESSA GALINDO FRAGOSO

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE
VALLEDUPAR, COLOMBIA
2026

**DISEÑO DE UN DICCIONARIO ILUSTRADO COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA
EL APRENDIZAJE DE MICROBIOLOGÍA EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA
EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL**

ADRIANA LUCIA BERMÚDEZ FRIAS
SHARON VANESSA GALINDO FRAGOSO

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

DIRECTOR (A):
MSC. LILIANA CECILIA GÓMEZ GÓMEZ
DEPARTAMENTO CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
PEDAGOGÍA Y DIDÁCTICA
GRUPO DE INVESTIGACIÓN:
MICROBIOLOGÍA AGRICOLA Y AMBIENTAL

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE
VALLEDUPAR, COLOMBIA

2026

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de grado a Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, quien nos sostuvo en cada jornada de esfuerzo y nos permitió culminar con éxito esta etapa tan significativa de nuestra formación profesional. A nuestras madres, Nayibis Frías y Judith Fragoso, quienes con su amor incondicional, sacrificio silencioso y apoyo constante han sido el pilar fundamental de nuestros logros, enseñándonos con su ejemplo el valor de la perseverancia, la responsabilidad y la fe. A nuestras familias, por creer en nosotras incluso en los momentos de duda, por su paciencia infinita y por acompañarnos con palabras de aliento en cada paso de este camino académico. Y finalmente, a nosotras mismas, Adriana Bermúdez y Sharon Galindo, por la unión, el respeto mutuo y el compromiso compartido que nos permitió trabajar en equipo, enfrentar las dificultades y transformar este proyecto en una realidad que hoy representa no solo un requisito académico, sino el fruto de años de dedicación, aprendizaje y crecimiento personal y profesional.

Adriana Bermúdez & Sharon Galindo

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por brindarnos la sabiduría, la fortaleza y la perseverancia necesarias para culminar este proyecto de investigación. Su guía y bendición fueron fundamentales durante cada etapa de este proceso. Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestra directora, la docente Liliana Gómez, por su orientación, así como por compartir con nosotras la idea que dio origen a este trabajo. De igual manera, agradecemos a la microbióloga y docente Milena Castillo Rada por su disposición, conocimientos y asesoría, los cuales contribuyeron significativamente al desarrollo y fortalecimiento de esta investigación.

Adriana Bermúdez agradece profundamente a Dios por ser su guía y sostén a lo largo de este camino académico, permitiéndole alcanzar esta importante meta. Asimismo, expresa su más sincero agradecimiento a su madre, señora Nayibis Frías, por su amor incondicional, apoyo constante y por acompañarla en cada momento de este proceso, brindándole la motivación y la confianza necesarias para seguir adelante.

Sharon Galindo agradece en primer lugar a Dios por iluminar su camino, darle fortaleza en los momentos de dificultad y permitirle culminar con éxito esta etapa de su formación profesional. De manera muy especial, agradece a su madre, señora Judith Fragoso, por su amor, dedicación y apoyo inquebrantable, así como por ser una fuente constante de inspiración, fortaleza y confianza en cada paso de su vida. A su pareja, Rafael Redondo, por su apoyo incondicional y acompañamiento permanente durante el desarrollo de este proyecto. Su respaldo emocional y académico fue fundamental para superar los desafíos que surgieron.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar un diccionario ilustrado de microbiología como recurso didáctico para facilitar el aprendizaje de la terminología científica en estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Colombia. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo documental y diseño no experimental.

Participaron 49 estudiantes en la fase diagnóstica, a quienes se les aplicó un cuestionario dicotómico para identificar las principales dificultades de comprensión de conceptos microbiológicos. Los resultados evidenciaron mayores vacíos conceptuales en las categorías de metabolismo microbiano, crecimiento bacteriano, transferencia genética y aplicaciones microbianas. Con base en estos hallazgos, se seleccionaron y organizaron 70 términos distribuidos en ocho categorías temáticas, se elaboraron ilustraciones científicas a mano alzada y se construyó el diccionario ilustrado.

Posteriormente, 27 estudiantes valoraron el recurso mediante un postcuestionario, y el 100 % manifestó que el diccionario constituyó una herramienta útil para el aprendizaje. Se concluyó que la integración de definiciones conceptuales e ilustraciones científicas favoreció la comprensión del lenguaje microbiológico, sustentada en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel y la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia de Mayer.

Palabras clave: microbiología, diccionario ilustrado, recurso didáctico, aprendizaje significativo, ilustración científica, lenguaje científico, educación en ciencias.

ABSTRACT

This research aimed to design an illustrated microbiology dictionary as a teaching resource to facilitate the learning of scientific terminology among students of the Bachelor's Degree in Natural Sciences and Environmental Education at the Universidad Popular del Cesar, Valledupar, Colombia. The study was conducted under a qualitative approach, descriptive-documentary type, and non-experimental design. A total of 49 students participated in the diagnostic phase, where a dichotomous questionnaire was applied to identify the main difficulties in understanding microbiological concepts. The results showed the greatest conceptual gaps in the categories of microbial metabolism, bacterial growth, genetic transfer, and microbial applications. Based on these findings, 70 terms were selected and organized into eight thematic categories, scientific illustrations were drawn by hand, and the illustrated dictionary was constructed. Subsequently, 27 students evaluated the resource through a post-questionnaire, and 100% stated that the dictionary was a useful learning tool. It was concluded that the integration of conceptual definitions and scientific illustrations enhanced the understanding of microbiological language, supported by Ausubel's meaningful learning theory and Mayer's cognitive theory of multimedia learning.

Keywords: microbiology, illustrated dictionary, teaching resource, meaningful learning, scientific illustration, scientific language, science education

CONTENIDO

	Pág.
Contenido	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
OBJETIVO GENERAL.....	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
ANTECEDENTES	14
MARCO TEÓRICO	20
MARCO METODOLÓGICO	31
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	31
LUGAR DE ESTUDIO	34
COMUNIDAD PARTICIPANTE	35
ETAPAS METODOLÓGICAS.....	36
ETAPA 1. CARACTERIZACIÓN	36
ETAPA2. SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LOS TÉRMINOS MICROBIOLÓGICOS	38
ETAPA 3. DISEÑO DE ILUSTRACIONES CIENTÍFICAS	39
ETAPA 4. ELABORACIÓN DEL DICCIONARIO CIENTÍFICO ILUSTRADO	43
ETAPA 5. VALORACIÓN DE LA UTILIDAD Y COMPRENSIÓN DEL DICCIONARIO DE MICROBIOLOGÍA COMO RECURSO DIDÁCTICO.....	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
IDENTIFICACIÓN DE DIFICULTADES EN LA COMPRENSIÓN DE TÉRMINOS MICROBIOLÓGICOS.	50
CARACTERIZACIÓN DE LOS CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE MICROBIOLOGÍA.....	63
ELABORACIÓN DE ILUSTRACIONES CIENTÍFICAS.....	64
DISEÑO DEL DICCIONARIO ILUSTRADO DE MICROBIOLOGÍA.....	65
VALORACIÓN DE LA UTILIDAD DEL DICCIONARIO ILUSTRADO DE MICROBIOLOGÍA.....	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
CONCLUSIONES	70
.....	71
RECOMENDACIONES.....	71
BIBLIOGRAFÍA	73

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Ilustración 1 Ubicación de la Universidad Popular del Cesar	35
Ilustración 2 Juicio experto	85
Ilustración 3 Elaboración de ilustraciones.....	86
Ilustración 4 Digitalización de las imágenes	86
Ilustración 5 Ilustraciones de prueba a color.....	86
Ilustración 6 Algunas de las ilustraciones antes de ser digitalizadas.	86

LISTA DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1 etapas del proceso metodológico</i>	47
<i>Tabla 2 Estadísticas del pre-cuestionario</i>	50
<i>Tabla 3 Interpretación de resultados por categoría.....</i>	56
<i>Tabla 4 Tabla de términos microbiológicos.....</i>	64

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La microbiología constituye una disciplina fundamental dentro de las ciencias naturales, orientada al estudio de los microorganismos y de sus interacciones con los seres vivos y el ambiente. Su comprensión resulta esencial en la formación de profesionales vinculados con la biología y las ciencias ambientales, ya que permite interpretar diversos procesos biológicos, ecológicos y sanitarios de gran relevancia. De acuerdo con Madigan et al. (2018), los microorganismos desempeñan un papel determinante en los ciclos biogeoquímicos, en la salud humana y en múltiples procesos biotecnológicos.

No obstante, el aprendizaje de esta área del conocimiento suele representar un desafío para los estudiantes universitarios debido a la complejidad de su terminología científica y a la diversidad de conceptos especializados que estructuran el campo microbiológico. Esta dificultad se relaciona, en gran medida, con el uso limitado de recursos didácticos que faciliten la comprensión e interpretación de los contenidos microbiológicos, especialmente aquellos asociados al lenguaje científico propio de la disciplina. En consecuencia, esta situación afecta el aprendizaje significativo de los estudiantes, ya que limita la posibilidad de relacionar los nuevos conocimientos con experiencias previas y comprender de manera integral los contenidos abordados en la asignatura. Por ello, se evidencia la necesidad de fortalecer estrategias pedagógicas y recursos didácticos que favorezcan la comprensión conceptual y faciliten la apropiación del lenguaje científico en microbiología.

En el contexto de la formación de estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, el aprendizaje de la microbiología presenta dificultades

asociadas principalmente a la comprensión de términos técnicos relacionados con la estructura celular de los microorganismos, la genética bacteriana y sus interacciones ecológicas. Estas dificultades pueden intensificarse cuando los materiales de estudio disponibles se presentan predominantemente en formato textual y con escaso apoyo visual, lo cual limita la construcción significativa del conocimiento. Según Mayer (2009), el aprendizaje se ve favorecido cuando la información se presenta mediante múltiples formas de representación, especialmente mediante la integración de elementos visuales y verbales que faciliten la comprensión de conceptos complejos.

Como resultado, los estudiantes pueden presentar obstáculos en la interpretación de los contenidos fundamentales de la asignatura, lo cual repercute en la apropiación del lenguaje científico y en la comprensión de los procesos microbiológicos abordados durante su formación académica. Desde la perspectiva del aprendizaje significativo planteada por Ausubel (2002), la adquisición de nuevos conocimientos depende en gran medida de la capacidad de relacionar la nueva información con los conocimientos previos del estudiante, lo que resalta la importancia de emplear recursos didácticos que faciliten esta articulación conceptual.

Frente a esta situación, el uso de recursos didácticos apoyados en representaciones visuales se presenta como una alternativa pertinente para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en microbiología. Las ilustraciones científicas permiten representar estructuras y procesos que no pueden observarse directamente, facilitando la comprensión de fenómenos microscópicos y de conceptos abstractos propios de esta disciplina. Diversos estudios en educación científica señalan que las representaciones visuales contribuyen significativamente a mejorar la comprensión

conceptual y la retención de la información en áreas como la biología y la microbiología (Gilbert, 2010).

En este sentido, el diseño de un diccionario ilustrado de microbiología se plantea como un recurso didáctico que articule definiciones conceptuales claras con representaciones visuales, permitiendo organizar y explicar de manera accesible la terminología fundamental de la asignatura y favoreciendo la construcción progresiva del conocimiento en los estudiantes.

El desarrollo de este recurso didáctico responde al compromiso formativo del licenciado en Ciencias Naturales y Educación Ambiental con la creación de estrategias pedagógicas que fortalezcan el aprendizaje significativo de los estudiantes. Desde esta perspectiva, el diseño de un diccionario ilustrado de microbiología busca aportar a la elaboración de materiales didácticos fundamentados en principios científicos y pedagógicos que faciliten la comprensión de los contenidos disciplinares. Asimismo, se orienta a promover procesos de aprendizaje que estimulen el pensamiento crítico, la interpretación de fenómenos naturales y la apropiación del lenguaje científico, contribuyendo al mejoramiento de las prácticas educativas y al fortalecimiento de la enseñanza de las ciencias en diferentes contextos educativos.

PREGUNTA PROBLEMA:

¿Qué elementos pedagógicos, visuales y disciplinares debe integrar un diccionario ilustrado para constituirse en un recurso didáctico efectivo para el aprendizaje de la microbiología?

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un diccionario ilustrado como recurso didáctico para el aprendizaje de microbiología en estudiantes de licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar las principales dificultades de los estudiantes en la comprensión de términos microbiológicos y las definiciones fundamentales de microbiología presentes en el plan de estudios de la asignatura de microbiología en la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Popular del Cesar.
- Seleccionar los conceptos fundamentales de microbiología presentes en el plan de estudios de la asignatura de microbiología en la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental conforme a la literatura científica más reciente.
- Elaborar ilustraciones científicas que representen estructuras, formas y procesos microbianos como apoyo visual para la enseñanza de los conceptos microbiológicos.

ANTECEDENTES

Los antecedentes de esta investigación fueron recopilados mediante una búsqueda bibliográfica en bases de datos, revistas científicas, libros especializados, artículos de investigación y repositorios académicos nacionales e internacionales. Entre las fuentes consultadas se encuentran estudios relacionados con el aprendizaje multimedia, la ilustración científica, los recursos didácticos visuales y la enseñanza de la microbiología, desarrollados por autores como Tversky et al. (2002), Mayer (2009), Gilbert (2010), Dantas y Ramalho (2020), así como obras de referencia como el Diccionario ilustrado de micología de Ulloa y Hanlin (2006) y materiales educativos especializados en microbiología. La revisión de estos antecedentes permitió identificar aportes teóricos y metodológicos que fundamentan el desarrollo del presente diccionario científico ilustrado.

Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Analizaron el uso de animaciones y gráficos en el aprendizaje científico. Los autores concluyeron que las representaciones visuales son más efectivas cuando están acompañadas de explicaciones claras, lo cual respalda el uso de diccionarios ilustrados y recursos visuales en la enseñanza de contenidos científicos complejos.

Carney, R. N., & Levin, J. R. (2002). analizaron el papel de las ilustraciones en el aprendizaje de textos académicos. Los resultados evidenciaron que las imágenes mejoran la comprensión, la memoria y la organización de la información en los estudiantes, demostrando la importancia de integrar recursos visuales en procesos educativos.

Perales, F. J., & Jiménez, J. D. (2002). investigaron el uso de imágenes en la enseñanza de las ciencias en España. El estudio concluyó que las ilustraciones permiten representar fenómenos no visibles directamente, siendo especialmente útiles en disciplinas como la microbiología.

Lowe, R. (2003). investigó cómo los estudiantes interpretan animaciones y representaciones visuales en ciencias. El estudio evidenció que los recursos visuales favorecen la comprensión de procesos complejos, facilitando la construcción del conocimiento científico.

Schnotz, W. (2005). investigó el aprendizaje basado en imágenes en Alemania. El estudio concluyó que las representaciones visuales permiten construir modelos mentales más claros, favoreciendo la comprensión de conceptos científicos complejos.

Ainsworth, S. (2006). Estudió el papel de múltiples representaciones en el aprendizaje en la Universidad de Nottingham. La investigación concluyó que el uso de imágenes, diagramas y esquemas mejora significativamente la comprensión conceptual en ciencias.

Ulloa, M., & Hanlin, R. T. (2006). Diccionario ilustrado de micología. constituye una obra científica que integra más de 5000 términos con ilustraciones detalladas. Este recurso ha sido ampliamente utilizado en educación científica, demostrando que la

combinación de texto e imagen mejora la comprensión de conceptos complejos relacionados con microbiología y micología.

Mayer, R. E. (2009). desarrolló una investigación sobre el aprendizaje multimedia en la Universidad de California, donde analiza cómo la combinación de imágenes y texto mejora la comprensión de contenidos complejos. El estudio demuestra que los estudiantes aprenden mejor cuando la información se presenta de manera visual y verbal simultáneamente.

Gilbert, J. K. (2010). analizó el uso de visualizaciones en la enseñanza de las ciencias en la Universidad de Reading. El estudio destaca que las representaciones visuales permiten comprender fenómenos abstractos que no son observables directamente, como ocurre en microbiología.

Cook, D. A., Levinson, A. J., & Garside, S. (2010) realizaron un estudio en educación médica donde evaluaron el uso de recursos multimedia en el aprendizaje. Los resultados mostraron que los estudiantes que utilizaron materiales visuales presentaron mejor comprensión y retención de la información.

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). (2014) desarrolló un material educativo sobre microbiología enfocado en la comprensión de microorganismos, bacterias, mohos y levaduras. Este recurso presenta definiciones organizadas de manera clara y accesible, funcionando como un glosario básico para estudiantes y facilitando la apropiación del lenguaje científico en contextos educativos.

Navas Saballo y Morales Cerda (2016). La investigación de Navas Saballo y Morales Cerda (2016), realizada en Nicaragua, consistió en la elaboración de un libro de texto de microbiología pecuaria como recurso educativo. El documento presenta conceptos microbiológicos organizados de forma didáctica, fortaleciendo la comprensión conceptual en estudiantes.

Kaczmarek, H. (2016). Esta investigación analiza el papel de las ilustraciones dentro de los diccionarios destinados al aprendizaje. La autora demuestra que las imágenes complementan las definiciones verbales y facilitan la comprensión de conceptos complejos, especialmente en estudiantes que están adquiriendo nuevos conocimientos. Este antecedente es relevante porque sustenta la utilización de un diccionario ilustrado como herramienta pedagógica para mejorar la comprensión y retención de información científica.

Silva, R. C., Silva, M. D., & Santos, C. G. (2019). Los autores identifican diversas técnicas y recursos para enseñar microbiología cuando no existen laboratorios disponibles. El estudio destaca el valor de materiales visuales, modelos didácticos y herramientas alternativas para representar organismos microscópicos. Este antecedente es especialmente pertinente para proyectos escolares donde los recursos experimentales son limitados.

Aguado Molina, M., & Villalba Salvador, M. (2020). El estudio examina el potencial educativo de las ilustraciones dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Los autores destacan que las imágenes favorecen la motivación, la interpretación de conceptos y la construcción de significados. Este antecedente respalda el uso de ilustraciones científicas como estrategia para acercar contenidos complejos a estudiantes de educación básica.

Dantas, É. F., & Ramalho, D. F. (2020). Esta revisión sistemática concluye que la microbiología es un tema complejo debido a que los microorganismos no pueden observarse directamente. Los autores recomiendan el uso de metodologías activas, recursos visuales y estrategias innovadoras para facilitar la comprensión de los contenidos. Este antecedente justifica la necesidad de diseñar materiales didácticos alternativos como un diccionario ilustrado.

Murer, M. C. R., Rossi, C. C., Ferreira, R. P., Dias, S. R. C., & Pereira, M. F. (2022). Esta investigación analiza las principales tendencias y desafíos de la enseñanza de la microbiología en el ámbito educativo. Los autores señalan la necesidad de emplear metodologías activas, recursos visuales y estrategias innovadoras para hacer más accesible el aprendizaje de los microorganismos. El estudio sirve de fundamento para desarrollar materiales educativos que faciliten la comprensión de contenidos microbiológicos.

Torres Arroyo, E. L., Gracia Herrera, L., Thorrens Romero, E., & Villegas Gracia, R. (2023). Elaboraron un libro académico enfocado en la enseñanza de microbiología

básica. El documento presenta contenidos organizados de manera didáctica, incluyendo explicaciones claras sobre microorganismos y procesos microbiológicos, consolidándose como un recurso educativo útil para estudiantes universitarios.

Alwadei, A. M., & Mohsen, M. A. (2023). Los autores encontraron que la combinación de texto e imágenes mejora significativamente la retención y comprensión del vocabulario. Aunque el estudio se desarrolló en enseñanza de idiomas, sus conclusiones son transferibles a la educación científica, donde las representaciones visuales facilitan el aprendizaje de conceptos abstractos.

Barrientos Osorto, G. R. (2025). desarrolló un glosario ilustrado de biología general que presenta términos científicos acompañados de representaciones visuales. Los resultados evidenciaron que los estudiantes comprenden mejor los conceptos cuando estos se presentan mediante imágenes y definiciones claras.

MARCO TEÓRICO

La microbiología es la disciplina científica encargada del estudio de los microorganismos y de sus actividades biológicas, incluyendo bacterias, hongos, virus, protozoos y algas microscópicas. Esta ciencia analiza aspectos relacionados con la morfología, fisiología, genética, ecología y patogenicidad de los microorganismos, así como sus interacciones con otros seres vivos y el ambiente. Según Tortora, Funke y Case (2022), la microbiología constituye una de las ramas fundamentales de las ciencias biológicas debido a su contribución al entendimiento de procesos relacionados con la salud humana, la industria, la agricultura y el equilibrio ecológico. Por su parte, Madigan et al. (2021) señalan que los microorganismos representan la forma de vida más abundante y diversa del planeta, desempeñando funciones esenciales en los ecosistemas. Asimismo, la microbiología moderna ha adquirido gran relevancia gracias al desarrollo de técnicas moleculares y herramientas biotecnológicas que permiten estudiar microorganismos con mayor precisión, favoreciendo avances en medicina, farmacología, genética y biotecnología.

En consecuencia, esta disciplina posee una importancia significativa en diferentes áreas del conocimiento científico y social, dado que los microorganismos participan en procesos esenciales para la vida y el funcionamiento de los ecosistemas. Estos organismos intervienen en ciclos biogeoquímicos, procesos de descomposición, fijación de nitrógeno y producción de oxígeno, además de tener aplicaciones médicas, industriales y ambientales. En el ámbito de la salud, la microbiología ha permitido comprender el origen de numerosas enfermedades infecciosas y desarrollar vacunas, antibióticos y tratamientos terapéuticos.

Según Prescott, Harley y Klein (2020), el estudio microbiológico resulta indispensable para el control epidemiológico y la prevención de enfermedades transmisibles. De igual manera, la microbiología industrial y ambiental ha contribuido al desarrollo de tecnologías relacionadas con la producción de alimentos fermentados, biocombustibles, tratamiento de aguas residuales y biorremediación (Singh et al., 2020). Esta área del conocimiento cumple también un papel fundamental en la formación académica de estudiantes de ciencias naturales, al proporcionarles las bases científicas necesarias para comprender procesos biológicos, ecológicos y sanitarios.

A partir del análisis del plan de asignatura, se observa que la Microbiología está planteada como una disciplina integradora que permite comprender la diversidad, estructura, metabolismo, genética y ecología de los microorganismos, destacando su importancia en los ecosistemas, la biotecnología y la sostenibilidad ambiental. La asignatura se desarrolla desde un enfoque teórico-práctico orientado a que los estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental relacionen los conocimientos microbiológicos con áreas como la Biología Celular y la Bioquímica, fortaleciendo las bases conceptuales necesarias para interpretar fenómenos biológicos y ambientales. Además, se enfatiza el estudio de las interacciones de los microorganismos con otros seres vivos y con el medio ambiente, así como sus aplicaciones en procesos agrícolas, industriales, alimentarios y biotecnológicos, incluyendo estrategias como la biorremediación, la biominería y la producción de biocombustibles. La formación propuesta promueve el pensamiento crítico, la resolución de problemas ambientales y el

desarrollo de competencias científicas mediante actividades de investigación, análisis de casos, proyectos integradores y prácticas de laboratorio.

Igualmente, busca que los estudiantes adquieran habilidades en técnicas microbiológicas fundamentales como la esterilización, preparación de medios de cultivo, aislamiento, cultivo, identificación y caracterización de microorganismos, permitiéndoles comprender tanto los efectos beneficiosos como los impactos negativos de estos organismos en diferentes contextos. En consecuencia, la asignatura concibe la microbiología no solo como una ciencia básica para el estudio de la vida microscópica, sino también como una herramienta fundamental para la educación ambiental, la innovación biotecnológica y la búsqueda de soluciones sostenibles a problemáticas regionales y globales.

La asignatura de Microbiología del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Popular del Cesar se orienta desde un enfoque constructivista y por competencias, promoviendo la comprensión de los microorganismos desde perspectivas biológicas, ecológicas y biotecnológicas. Su estructura curricular integra conocimientos teóricos y prácticos que permiten al estudiante relacionar los procesos microbiológicos con la sostenibilidad ambiental y la solución de problemáticas del contexto. Los lineamientos curriculares de la asignatura privilegian el desarrollo del pensamiento crítico, la investigación formativa y la aplicación de estrategias didácticas que favorecen la construcción significativa del conocimiento. Asimismo, promueven el aprendizaje mediante actividades prácticas de laboratorio, el trabajo colaborativo, el análisis de casos y la elaboración de recursos educativos,

fortaleciendo competencias científicas, pedagógicas y ambientales. De igual manera, el currículo enfatiza la apropiación del lenguaje científico propio de la microbiología, aspecto fundamental para la comprensión de conceptos relacionados con la diversidad microbiana, la estructura y funcionamiento de los microorganismos, su metabolismo, genética, ecología y aplicaciones ambientales. En este sentido, la utilización de recursos didácticos orientados al fortalecimiento de la comprensión conceptual resulta coherente con los propósitos formativos establecidos en la asignatura.

En relación con lo anterior, resulta necesario comprender la manera en que los conocimientos microbiológicos son comunicados y apropiados por los estudiantes, especialmente a través del lenguaje científico especializado. El lenguaje científico es un sistema de comunicación que permite transmitir conocimientos de manera objetiva, precisa y universal dentro de las ciencias. En microbiología, este lenguaje se caracteriza por el uso de terminología técnica relacionada con microorganismos, estructuras celulares, procesos metabólicos y procedimientos de laboratorio. Sin embargo, el aprendizaje del vocabulario científico representa un desafío para muchos estudiantes universitarios debido al elevado número de términos complejos y de origen grecolatino utilizados en esta disciplina.

Wellington y Osborne (2001) sostienen que el lenguaje científico constituye una barrera importante en la enseñanza de las ciencias cuando los estudiantes no poseen estrategias adecuadas para interpretar los conceptos especializados. Fang (2006) explica, por su parte, que el dominio del lenguaje científico favorece la alfabetización científica y mejora la comprensión conceptual de los contenidos académicos. En este

sentido, el uso de recursos visuales e ilustraciones científicas facilita la apropiación del vocabulario microbiológico y fortalece los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Bajo esta perspectiva, la enseñanza de las ciencias naturales desempeña un papel fundamental en la formación de estudiantes capaces de comprender e interpretar fenómenos biológicos y ambientales. Esta área busca desarrollar competencias científicas relacionadas con la observación, experimentación, interpretación y explicación de fenómenos naturales, promoviendo además el pensamiento crítico y la construcción significativa del conocimiento científico. Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2004), la educación en ciencias debe favorecer la comprensión del entorno natural mediante metodologías activas y recursos didácticos que promuevan el aprendizaje contextualizado. No obstante, diversos estudios han demostrado que la enseñanza tradicional basada únicamente en la memorización limita la comprensión de conceptos científicos complejos. Por ello, Pozo y Gómez Crespo (2009) destacan la necesidad de implementar estrategias pedagógicas innovadoras que permitan relacionar los contenidos científicos con experiencias significativas para el estudiante. En este contexto, las representaciones visuales y las ilustraciones científicas constituyen herramientas didácticas valiosas para facilitar la comprensión de conceptos abstractos presentes en disciplinas como la microbiología.

A partir de ello, cobra relevancia la teoría del aprendizaje significativo propuesta por David Ausubel, la cual plantea que el aprendizaje ocurre cuando la nueva información se relaciona de manera sustancial con los conocimientos previos del estudiante. Este proceso permite construir estructuras cognitivas organizadas y duraderas, favoreciendo una comprensión profunda de los contenidos y evitando la memorización mecánica.

Ausubel et al. (1978) afirman que, para que el aprendizaje significativo ocurra, es necesario que el material educativo posea significado lógico y psicológico para el estudiante. En el contexto de la microbiología, este tipo de aprendizaje resulta especialmente relevante dada la complejidad conceptual y terminológica de la disciplina. Por esta razón, el uso de diccionarios ilustrados y recursos visuales puede facilitar la asociación entre conceptos nuevos y conocimientos previos, fortaleciendo la comprensión del lenguaje microbiológico.

En concordancia con lo anterior, los recursos didácticos visuales representan herramientas pedagógicas que utilizan imágenes, ilustraciones, gráficos, esquemas y elementos audiovisuales para facilitar la comprensión de contenidos educativos. Estos materiales permiten representar información abstracta de manera concreta y comprensible, favoreciendo la retención de información y la comprensión conceptual. Diversas investigaciones han demostrado que el aprendizaje apoyado en recursos visuales mejora significativamente los procesos cognitivos de los estudiantes. Mayer (2009) sostiene que las personas aprenden mejor cuando las palabras se combinan con imágenes significativas. En microbiología, dichos recursos poseen especial importancia, dado que muchos microorganismos no pueden observarse directamente sin instrumentos especializados. Por consiguiente, las ilustraciones científicas permiten representar estructuras y procesos microbiológicos de manera clara, detallada y comprensible para los estudiantes.

Desde esta perspectiva, la ilustración científica puede entenderse como una representación visual elaborada con rigurosidad técnica y precisión científica, con el propósito de comunicar información relacionada con organismos, estructuras o procesos biológicos. Según Hodges (2003), la ilustración científica combina arte y ciencia para

representar detalles que no siempre pueden observarse claramente mediante fotografías, buscando facilitar la comprensión visual y fortalecer los procesos educativos y de divulgación científica. En el área de microbiología, las ilustraciones científicas permiten representar microorganismos, estructuras celulares y procesos microscópicos de forma comprensible tanto para estudiantes como para profesionales, favoreciendo así la apropiación de conceptos especializados.

Maria Sibylla Merian y los fundamentos de la ilustración científica uno de los referentes históricos más importantes de la ilustración científica es Maria Sibylla Merian (1647–1717), reconocida como una de las pioneras de esta disciplina debido a sus detallados estudios sobre insectos y procesos de metamorfosis. Sus trabajos se caracterizaron por la observación rigurosa de los organismos vivos y por la representación precisa de sus estructuras y procesos biológicos, integrando el valor artístico con el rigor científico.

El enfoque desarrollado por Merian constituye un referente para la elaboración de ilustraciones científicas contemporáneas, ya que resalta la importancia de representar los organismos de manera fiel a la realidad, permitiendo comunicar información biológica de forma clara, precisa y visualmente comprensible. En este sentido, las ilustraciones elaboradas para el presente trabajo retomaron principios asociados a la observación detallada, la precisión morfológica y la adecuada diferenciación de estructuras, con el propósito de facilitar la comprensión de conceptos microbiológicos complejos.

Asimismo, el uso de técnicas tradicionales de dibujo, como el grafito, el sombreado y la definición de contornos, encuentra sustento en la tradición de la ilustración científica desarrollada por autores como Merian, donde la representación visual cumple simultáneamente una función científica, educativa y comunicativa.

El grafito constituye una de las técnicas tradicionales más empleadas en la ilustración científica debido a su capacidad para producir líneas precisas y variaciones tonales controladas, permitiendo representar con fidelidad estructuras naturales y biológicas. Según Newey (2016), esta herramienta favorece la construcción detallada de imágenes científicas, ya que posibilita la representación precisa de formas, texturas y relaciones espaciales presentes en los organismos de estudio.

En esta misma línea, Vanderpoel (1907) señala que el dibujo académico debe centrarse en la construcción de la forma mediante el estudio de la luz y la sombra, más que en la utilización del color. Desde esta perspectiva, las variaciones tonales generadas por el grafito permiten comprender con mayor claridad la estructura, el volumen y las características morfológicas de los elementos representados.

Por su parte, Edwards (1999) afirma que el dibujo con grafito favorece el desarrollo de la observación detallada, ya que exige analizar cuidadosamente contornos, proporciones, espacios y relaciones visuales. Este proceso promueve una representación objetiva y analítica de los organismos, aspecto fundamental dentro de la ilustración científica, donde la precisión visual constituye un elemento esencial para la comunicación del conocimiento.

En cuanto al soporte utilizado, el papel de grano o papel texturizado favorece la adherencia del grafito y permite obtener una mayor variedad de texturas, contrastes y degradados tonales. Estas características facilitan la representación de detalles orgánicos y estructuras complejas, resultando especialmente adecuadas para la elaboración de ilustraciones científicas orientadas a la enseñanza y comprensión de conceptos biológicos. Por otra parte, Claudia Nice (1999), autora especializada en dibujo

naturalista, señala que los papeles con textura moderada permiten captar una mayor cantidad de grafito, favoreciendo la creación de efectos tonales suaves y texturas detalladas en ilustraciones de organismos naturales.

De igual manera, Barrington Barber (2002) destaca que los papeles de grano medio proporcionan un equilibrio adecuado entre detalle y sombreado, lo que los convierte en una de las superficies más recomendadas para trabajos de ilustración realizados con lápiz de grafito

El color constituye uno de los elementos fundamentales de la comunicación visual y desempeña un papel importante en la organización e interpretación de las imágenes. Itten (1975) señala que el color permite establecer contrastes y diferenciar componentes dentro de una representación gráfica, favoreciendo la percepción visual de los elementos representados. De manera similar, Dondis (1973) sostiene que el color forma parte de los elementos básicos del lenguaje visual y contribuye a la estructuración de la información contenida en una imagen.

Sin embargo, las representaciones monocromáticas también poseen ventajas significativas dentro de la ilustración científica. Wong (1993) afirma que las ilustraciones elaboradas en una sola gama tonal permiten enfatizar la forma, la estructura y las relaciones espaciales de los objetos representados, facilitando una observación más detallada de sus características esenciales. Según este autor, la reducción de estímulos cromáticos favorece la claridad visual y permite centrar la atención del observador en los aspectos fundamentales de la imagen.

Desde la perspectiva de la percepción visual, Arnheim (1974) argumenta que la comprensión de una representación gráfica depende principalmente de la organización de sus elementos, los contrastes y las relaciones espaciales presentes en la composición, más que del uso del color por sí mismo. En consecuencia, las ilustraciones monocromáticas pueden favorecer la observación detallada y el análisis de estructuras complejas al reducir elementos visuales potencialmente distractores.

Estas características explican por qué las representaciones monocromáticas continúan siendo ampliamente utilizadas en diversos campos de la ilustración científica, especialmente cuando el objetivo principal consiste en destacar detalles morfológicos, estructuras anatómicas o elementos que requieren un alto nivel de precisión visual.

Lo anterior se relaciona directamente con la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia propuesta por Richard Mayer, la cual establece que las personas aprenden de manera más efectiva cuando la información se presenta mediante palabras e imágenes combinadas, en lugar de utilizar únicamente texto. Esta teoría se fundamenta en tres principios: la existencia de canales duales de procesamiento —visual y auditivo—, la capacidad limitada de la memoria de trabajo y el aprendizaje activo (Mayer, 2009). Las investigaciones desarrolladas por Mayer han demostrado que los recursos visuales favorecen la comprensión, organización y retención de la información, especialmente en contenidos complejos. Por esta razón, la implementación de ilustraciones científicas en materiales educativos puede fortalecer significativamente el aprendizaje de conceptos microbiológicos y facilitar la comprensión del lenguaje científico especializado.

Los referentes teóricos abordados permiten sustentar el diseño de un diccionario ilustrado de microbiología como recurso didáctico orientado al fortalecimiento de la comprensión de la terminología científica en estudiantes universitarios. La enseñanza de las ciencias naturales demanda estrategias pedagógicas que favorezcan la construcción significativa del conocimiento y faciliten la apropiación de conceptos especializados. En este sentido, la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel destaca la importancia de relacionar los nuevos conocimientos con las estructuras cognitivas previas de los estudiantes, mientras que la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia de Mayer resalta el valor educativo de integrar información verbal y visual en los procesos de enseñanza.

De igual manera, los recursos didácticos visuales y la ilustración científica constituyen herramientas que permiten representar de manera clara conceptos, estructuras y procesos que, por su naturaleza microscópica, resultan difíciles de comprender mediante explicaciones exclusivamente textuales. Por consiguiente, el diseño de un diccionario ilustrado de microbiología se fundamenta en principios pedagógicos y científicos que respaldan el uso de representaciones visuales como apoyo para el aprendizaje, la comprensión conceptual y la apropiación del lenguaje microbiológico.

MARCO METODOLÓGICO

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo descriptivo documental. La investigación descriptiva tiene como finalidad caracterizar, analizar y detallar las propiedades, características y aspectos relevantes de un fenómeno determinado, permitiendo comprender la realidad estudiada sin modificarla. Según Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014), los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos, procesos u objetos sometidos a análisis.

En este sentido, el estudio describió la importancia del diseño de un diccionario ilustrado de microbiología como recurso didáctico para estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, analizando aspectos relacionados con la comprensión del lenguaje microbiológico y el uso de ilustraciones científicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Asimismo, la investigación posee un carácter documental debido a que se fundamenta en la revisión, análisis e interpretación de información proveniente de libros, artículos científicos, revistas indexadas, investigaciones académicas y documentos relacionados con microbiología, recursos didácticos visuales, ilustración científica y aprendizaje multimedia. De acuerdo con Arias (2012), la investigación documental

consiste en un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis y crítica de información obtenida de fuentes documentales.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, debido a que busca comprender e interpretar fenómenos educativos relacionados con la enseñanza de la microbiología y la utilización de recursos didácticos visuales en contextos académicos. El enfoque cualitativo permitió analizar percepciones, experiencias y necesidades de los estudiantes respecto a la comprensión de términos microbiológicos y el uso de ilustraciones científicas como estrategia pedagógica.

Según Hernández Sampieri et al. (2014), el enfoque cualitativo se orienta a comprender fenómenos desde la perspectiva de los participantes, explorando significados, experiencias y procesos sociales dentro de su contexto natural. En concordancia con ello, esta investigación identificó las dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión del lenguaje microbiológico y analizó cómo un diccionario ilustrado puede contribuir al fortalecimiento del aprendizaje significativo.

Además, el enfoque cualitativo resulta pertinente debido a que favorece la interpretación de la información obtenida a partir de la aplicación del cuestionario, permitiendo analizar las percepciones de los estudiantes frente a la comprensión de los términos microbiológicos. Si bien durante la fase diagnóstica se empleó un cuestionario dicotómico y se recurrió al uso de frecuencias y porcentajes para organizar la información recolectada, estos procedimientos tuvieron un carácter descriptivo y de apoyo al análisis. Su finalidad no fue realizar inferencias estadísticas ni medir el rendimiento académico de los participantes, sino identificar aquellos términos que los estudiantes percibían como más complejos o de difícil comprensión. En este sentido, los datos cuantitativos sirvieron

como un complemento para la toma de decisiones dentro de un proceso investigativo con predominio cualitativo, orientado a la construcción del diccionario científico ilustrado.

La presente investigación se enmarca en un diseño no experimental, debido a que no se manipuló deliberadamente las variables de estudio, sino que se observó y analizó tal como se presentan en su contexto natural. Según Hernández Sampieri et al. (2014), los diseños no experimentales son aquellos en los que el investigador no controla ni modifica las variables independientes, limitándose a observar los fenómenos en su ambiente real para posteriormente analizarlos.

En este caso, la investigación se centró en identificar y describir las dificultades relacionadas con la comprensión del lenguaje microbiológico y la necesidad de implementar recursos didácticos visuales en estudiantes universitarios, sin intervenir directamente en las condiciones académicas de los participantes.

Asimismo, este diseño resultó pertinente para la investigación debido a que permitió recopilar información sobre las percepciones y conocimientos de los estudiantes respecto a los términos microbiológicos y la utilidad de un diccionario ilustrado como herramienta pedagógica.

Para la recolección de la información se empleó como técnica la encuesta, la cual permitió obtener datos relacionados con los conocimientos y percepciones de los estudiantes sobre términos microbiológicos y recursos didácticos visuales. Arias (2012) define la encuesta como una técnica destinada a obtener información suministrada por un grupo de personas acerca de un tema específico.

Como instrumento se utilizó un cuestionario dicotómico estructurado con preguntas cerradas de respuesta “sí” y “no”. La finalidad de este instrumento no fue

evaluar el rendimiento académico ni determinar el nivel de dominio conceptual de los estudiantes, sino identificar la percepción de dificultad asociada a diferentes términos microbiológicos presentes en los contenidos de la asignatura. La información obtenida permitió reconocer aquellos conceptos que los estudiantes consideraban más complejos o menos familiares, constituyéndose en un criterio fundamental para la selección y organización de los términos que posteriormente integraron el diccionario científico ilustrado. Asimismo, los resultados sirvieron como base para orientar el diseño de un recurso didáctico ajustado a las necesidades de aprendizaje identificadas.

El cuestionario estuvo dirigido a estudiantes que cursaron la asignatura de microbiología en la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Popular del Cesar. Además, las preguntas fueron diseñadas teniendo en cuenta categorías relacionadas con comprensión conceptual, interpretación de términos microbiológicos y utilidad de recursos visuales en el aprendizaje.

LUGAR DE ESTUDIO

El estudio se llevó a cabo en la Universidad Popular del Cesar, específicamente en el programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, donde se orienta la asignatura de Microbiología.

Este contexto académico permite el acceso al plan de asignatura y a los estudiantes que han cursado dicha materia, lo cual resulta pertinente para el desarrollo de la investigación.

Ubicación de la Universidad Popular del Cesar, Valledupar Cesar

Ubicación de la Universidad Popular del Cesar – Valledupar, Colombia

Fuente: Google Maps (2026).

Ilustración 1 Ubicación de la Universidad Popular del Cesar



COMUNIDAD PARTICIPANTE

La comunidad participante está conformada por estudiantes del programa de licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental de la universidad que hayan cursado la asignatura de microbiología.

Estos estudiantes fueron seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia teniendo en cuenta su disposición para participar en la investigación.

Se estimó la participación de 49 estudiantes, quienes aportaron información relevante sobre las dificultades en la comprensión de los conceptos microbiológicos, a través de la aplicación de un cuestionario dicotómico.

La diferencia en el número de participantes entre las fases de la investigación obedece a las condiciones de aplicación de los instrumentos utilizados. En la fase diagnóstica participaron 49 estudiantes, ya que el cuestionario inicial tuvo como propósito

identificar las dificultades percibidas en la comprensión de los términos microbiológicos incluidos en la asignatura.

Por su parte, la fase de valoración del diccionario ilustrado contó con la participación de 27 estudiantes, debido a que esta actividad requirió la presentación directa del recurso didáctico para su revisión y evaluación. Dicha valoración se realizó de manera presencial, por lo que únicamente participaron los estudiantes que asistieron durante la jornada de aplicación. En consecuencia, la diferencia en el número de participantes responde a las características metodológicas de cada fase del estudio y a la disponibilidad de los estudiantes en el momento de la implementación del instrumento de valoración.

ETAPAS METODOLÓGICAS

Se desarrollaron varias actividades metodológicas orientadas al diseño de un diccionario ilustrado como recurso didáctico para facilitar la comprensión de los conceptos microbiológicos.

Para ello, el proceso se organizó en cinco etapas:

ETAPA 1. CARACTERIZACIÓN

En esta primera etapa se realizó un proceso de revisión documental (plan de estudios de la asignatura CN503 MICROBIOLOGIA) y diagnóstico orientado a identificar las principales dificultades que presentan los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Popular del Cesar en la comprensión de los conceptos y términos fundamentales de microbiología.

Esta etapa constituyó la base inicial para el diseño del diccionario científico ilustrado, debido a que permitirá reconocer tanto los contenidos fundamentales de la asignatura como las necesidades de aprendizaje relacionadas con la apropiación del lenguaje científico microbiológico.

Con el propósito de identificar los temas, unidades y conceptos fundamentales abordados durante el desarrollo del curso, se empleó el análisis documental como técnica de investigación cualitativa, la cual permitió examinar, interpretar y sistematizar información contenida en documentos académicos con el fin de extraer elementos relevantes para el desarrollo de la investigación.

Para organizar la información obtenida, se utilizó una matriz de análisis documental basada en el protocolo PRISMA, permitiendo clasificar los términos microbiológicos según su nivel de dificultad, importancia y pertinencia dentro del proceso formativo. El análisis documental se desarrolló mediante varias fases: en primer lugar, se realizó una lectura exploratoria del plan de asignatura para identificar su estructura general y las unidades temáticas; posteriormente, se efectuó una lectura analítica enfocada en reconocer los conceptos microbiológicos presentes en cada unidad; finalmente, se procedió a la identificación y clasificación de los términos científicos de acuerdo con su relevancia disciplinar y educativa.

Posteriormente, a partir de los conceptos identificados en la revisión documental, se diseñó un cuestionario dicotómico dirigido a estudiantes que cursaron la asignatura de microbiología. Este instrumento tuvo como finalidad diagnosticar las principales

dificultades de comprensión relacionadas con la terminología microbiológica y reconocer aquellos conceptos que presentan mayor complejidad para los estudiantes.

El cuestionario está estructurado mediante preguntas cerradas de respuesta “sí” y “no”, permitiendo identificar el nivel de comprensión conceptual de los estudiantes frente a los términos microbiológicos seleccionados. De esta manera, los resultados obtenidos facilitaron la identificación de necesidades de aprendizaje y sirvió como criterio para la selección de los conceptos que posteriormente hicieron parte del diccionario científico ilustrado.

ETAPA2. SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LOS TÉRMINOS MICROBIOLÓGICOS

En esta segunda etapa se realizó la selección de los términos microbiológicos que conformarían el diccionario científico ilustrado, tomando como base la información obtenida durante la fase diagnóstica. Este proceso tuvo como finalidad identificar aquellos conceptos que presentan mayores dificultades de comprensión entre los estudiantes y que, al mismo tiempo, poseen relevancia dentro de los contenidos fundamentales de la asignatura de Microbiología.

Para ello, se analizaron los resultados obtenidos a partir de la aplicación del cuestionario dicotómico, permitiendo reconocer los términos microbiológicos que los estudiantes identifican como complejos o de difícil comprensión. Posteriormente, se llevó a cabo un proceso de depuración y selección de conceptos utilizando como criterios el nivel de dificultad evidenciado por los estudiantes, la frecuencia de aparición de los

términos en los contenidos de la asignatura y su importancia dentro de la formación disciplinar.

Una vez seleccionados los conceptos, estos fueron organizados en categorías temáticas derivadas de los contenidos fundamentales del plan de estudios de Microbiología. Esta clasificación permitió estructurar de manera lógica y secuencial la información que posteriormente integraría el diccionario científico ilustrado, facilitando la elaboración de las definiciones conceptuales y el diseño de las ilustraciones científicas correspondientes a cada término.

Como resultado de esta etapa, se obtuvo un conjunto organizado de términos microbiológicos clasificados por categorías temáticas, los cuales constituyeron la base conceptual para la construcción del diccionario ilustrado.

ETAPA 3. DISEÑO DE ILUSTRACIONES CIENTÍFICAS

En esta tercera etapa se realizó el diseño y elaboración de las ilustraciones científicas que acompañaron cada uno de los términos seleccionados para el diccionario ilustrado de microbiología. El propósito de esta fase fue representar visualmente estructuras, formas y procesos microbiológicos, facilitando la comprensión de conceptos científicos que, debido a su naturaleza microscópica y nivel de complejidad, suelen resultar abstractos para los estudiantes.

Inicialmente, se realizó una revisión bibliográfica de cada uno de los términos microbiológicos seleccionados, con el fin de identificar sus características morfológicas, estructuras asociadas y procesos biológicos relevantes. A partir de esta información se

definieron los elementos visuales que debían incorporarse en cada ilustración, garantizando la correspondencia entre la representación gráfica y el concepto científico.

Posteriormente, las ilustraciones fueron elaboradas de manera inédita mediante dibujo científico a mano alzada utilizando un método tradicional (analógico), empleando lápices de grafito sobre papel de grano (Sketchbook). La selección del grafito como técnica principal de representación se fundamentó en los planteamientos de Newey (2016), quien destaca su capacidad para producir líneas precisas y variaciones tonales controladas, así como en los aportes de Edwards (1999), quien señala que esta técnica favorece la observación detallada y la representación objetiva de estructuras biológicas.

Sin embargo, tras el proceso de revisión metodológica y la retroalimentación académica recibida durante el desarrollo del proyecto, se optó por emplear ilustraciones monocromáticas elaboradas en grafito, debido a que estas ofrecían una mayor uniformidad visual, favorecían la observación de detalles estructurales y se ajustaban de manera más apropiada a los principios de la ilustración científica utilizados en el recurso. Las ilustraciones a color constituyen parte del proceso creativo y metodológico del proyecto, por lo que se incluyen como evidencia documental en los anexos.

Las ilustraciones definitivas fueron elaboradas utilizando lápices de grafito sobre papel de grano (Sketchbook). El proceso inició con la elaboración de bocetos preliminares destinados a establecer la composición general, las proporciones y la distribución espacial de cada estructura. Una vez definidos estos aspectos, se procedió al refinamiento de los contornos y elementos mediante una técnica lineal que permitió delimitar con claridad las diferentes partes de cada representación y facilitar su identificación.

Las ilustraciones fueron desarrolladas como composiciones científicas monocromáticas, utilizando exclusivamente una escala de grises generada a partir del grafito. Con el propósito de aportar realismo, profundidad y diferenciación estructural, se emplearon diversas técnicas tradicionales de sombreado. Entre ellas se utilizó el degradado tonal, consistente en la aplicación gradual de diferentes intensidades de grafito para representar volúmenes, relieves y variaciones de profundidad. Esta técnica permitió generar transiciones suaves entre zonas iluminadas y áreas de sombra, contribuyendo a una representación más precisa de las estructuras ilustradas. La utilización de representaciones monocromáticas se sustentó en los planteamientos de Wong (1993) y Arnheim (1974), quienes destacan que este tipo de ilustraciones favorecen la observación de la forma, la estructura y los detalles morfológicos de los elementos representados.

Adicionalmente, se incorporó la técnica de puntillismo (stippling), mediante la aplicación controlada de pequeños puntos distribuidos con diferentes densidades para crear efectos de textura y sombreado.

La ilustradora científica Elaine R. S. Hodges señala que el puntillismo ha sido una de las técnicas más utilizadas en la ilustración científica debido a su capacidad para representar detalles anatómicos con gran precisión y reproducirse adecuadamente en publicaciones impresas. Esta técnica permite generar gradaciones tonales sin perder nitidez en las estructuras observada

Asimismo, los especialistas Pascal Barla, Simon Breslav, Lee Markosian y Joëlle Thollot (2006) describen el stippling como un método basado en agrupaciones de puntos

que permite representar texturas y volúmenes manteniendo la claridad visual de los detalles científicos..

Esta técnica es ampliamente utilizada en ilustración científica debido a su capacidad para representar detalles complejos sin comprometer la claridad visual de la imagen.

Asimismo, se empleó la técnica de rayado paralelo (hatching), basada en la disposición estratégica de líneas sucesivas para generar contraste, volumen y diferenciación entre estructuras. Finalmente, se realizó el refuerzo de contornos en los elementos principales mediante el aumento del grosor y la definición de determinadas líneas, mejorando la legibilidad y facilitando la interpretación visual de las ilustraciones.

Según Hodges (2003), esta técnica es ampliamente utilizada en ilustración científica porque permite describir la forma tridimensional de los organismos y resaltar detalles estructurales mediante el control de la dirección, longitud y densidad de las líneas.

Investigaciones recientes sobre ilustración científica también reconocen el hatching como una técnica eficaz para representar relieve y volumen mediante patrones lineales que facilitan la interpretación visual de estructuras biológicas.

Durante todo el proceso se procuró mantener criterios de precisión científica, claridad visual, proporcionalidad y organización de los elementos representados. Asimismo, se incorporaron etiquetas y elementos explicativos que facilitarían la interpretación de las ilustraciones por parte de los estudiantes. Estos criterios de elaboración se fundamentaron en principios tradicionales de la ilustración científica,

orientados a garantizar la fidelidad visual, la diferenciación de estructuras y la adecuada comunicación de la información biológica representada.

Una vez finalizadas, las ilustraciones fueron escaneadas mediante la aplicación CamScanner, lo que permitió obtener versiones digitales de alta calidad para su posterior edición. Posteriormente, las imágenes fueron procesadas y ajustadas utilizando el software Inkscape, donde se realizaron tareas de limpieza, optimización visual y adecuación al formato requerido para el recurso didáctico.

Finalmente, tanto las ilustraciones digitalizadas como las definiciones conceptuales fueron organizadas e integradas en el diccionario ilustrado mediante Microsoft Word. Este proceso permitió estructurar cada entrada del diccionario de manera clara y uniforme, combinando texto e imagen en un formato accesible y pedagógicamente pertinente para facilitar el aprendizaje de la terminología microbiológica.

ETAPA 4. ELABORACIÓN DEL DICCIONARIO CIENTÍFICO ILUSTRADO

En esta etapa se realizó la organización, diseño y estructuración del diccionario científico ilustrado, integrando definiciones conceptuales e ilustraciones científicas con el propósito de facilitar la comprensión de la terminología microbiológica en estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

El objetivo de esta fase consistió en organizar sistemáticamente los conceptos seleccionados en las etapas anteriores, los cuales fueron identificados mediante el

análisis documental del plan de asignatura y priorizados a partir de los resultados obtenidos en el cuestionario diagnóstico aplicado a los estudiantes. De esta manera, el contenido del diccionario responderá directamente a las necesidades de aprendizaje relacionadas con la comprensión del lenguaje científico microbiológico. Para la estructuración del recurso didáctico se diseñó una organización temática coherente con los contenidos del programa académico de microbiología. El diccionario está dividido en tres ejes temáticos principales:

- Fundamentos de microbiología.
- Fisiología y genética microbiana.
- Ecología y aplicaciones microbianas.

Estos ejes temáticos se subdividirán en ocho categorías conceptuales correspondientes a los contenidos fundamentales de la asignatura:

- Conceptos básicos de microbiología.
- Estructura celular microbiana.
- Metabolismo microbiano.
- Crecimiento microbiano.
- Genética microbiana.
- Ecología microbiana.
- Aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos.
- Técnicas microbianas de laboratorio.

Asimismo, el diccionario cuenta con una estructura interna organizada de manera pedagógica y visualmente dinámica. Inicialmente, incluye una portada relacionada con la

temática microbiológica, seguida de una introducción en la que se explicó el propósito educativo del recurso y la importancia del aprendizaje del lenguaje científico en microbiología. Posteriormente, se incorpora un índice temático que facilita la localización de los contenidos y categorías desarrolladas dentro del diccionario. Cada categoría temática contiene los términos microbiológicos organizados de forma secuencial y acompañados por sus respectivas ilustraciones científicas. De esta manera, cada entrada conceptual está conformada por los siguientes elementos:

Término científico: concepto microbiológico correspondiente a los contenidos de la asignatura.

Definición conceptual: explicación clara, precisa y fundamentada científicamente que facilite la comprensión del término.

Ilustración científica: representación visual elaborada mediante dibujo científico a mano alzada, destinada a representar estructuras, formas o procesos microbiológicos asociados al concepto.

De igual manera, el diccionario incluye páginas complementarias con elementos didácticos y recreativos orientados a fortalecer el interés y la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la microbiología. Entre estos elementos se incorporaron secciones de “¿Sabías qué?”, las cuales presentan curiosidades científicas, datos relevantes e información complementaria relacionada con microorganismos y procesos microbiológicos. Asimismo, se incluye páginas con chistes científicos relacionados con microbiología, con el propósito de favorecer un aprendizaje más dinámico, cercano e interactivo. Finalmente, en la parte final del diccionario se incorpora

la bibliografía utilizada para la elaboración de las definiciones conceptuales y contenidos científicos, garantizando el respaldo académico y la validez de la información presentada en el recurso didáctico.

ETAPA 5. VALORACIÓN DE LA UTILIDAD Y COMPRESIÓN DEL DICCIONARIO DE MICROBIOLOGÍA COMO RECURSO DIDÁCTICO

Una vez finalizada la elaboración del diccionario científico ilustrado de microbiología, se desarrolló una fase de valoración orientada a conocer la percepción de los estudiantes sobre la utilidad pedagógica del recurso. Esta etapa tuvo como propósito identificar el nivel de aceptación del diccionario, así como determinar si los estudiantes consideraban que el material contribuía al aprendizaje y comprensión de los términos microbiológicos abordados en la asignatura.

Para ello, se diseñó un cuestionario de valoración (postcuestionario) conformado por preguntas cerradas de carácter dicotómico y de percepción, enfocadas en evaluar diferentes aspectos del recurso didáctico, tales como la claridad de las definiciones, la utilidad de las ilustraciones científicas, la organización de los contenidos y la contribución del diccionario al aprendizaje de la terminología microbiológica.

La construcción del instrumento se realizó tomando como referencia los objetivos de la investigación y los elementos pedagógicos incorporados en el diccionario ilustrado. Las preguntas fueron formuladas de manera clara y sencilla con el fin de facilitar la comprensión por parte de los participantes y obtener información relacionada con la valoración del recurso una vez concluido su diseño.

Posteriormente, el cuestionario fue aplicado a estudiantes del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Popular del Cesar que habían cursado la asignatura de Microbiología y tuvieron acceso al diccionario

ilustrado para su revisión. La aplicación se realizó mediante un formulario digital, permitiendo la participación voluntaria de los estudiantes y garantizando la recopilación sistemática de las respuestas.

En total participaron 27 estudiantes, quienes evaluaron el recurso didáctico a partir de los criterios establecidos en el instrumento. Los resultados obtenidos permitieron identificar la percepción de los participantes sobre la utilidad del diccionario ilustrado como herramienta de apoyo para el aprendizaje de conceptos microbiológicos y constituyeron un insumo fundamental para valorar la pertinencia pedagógica del material elaborado.

Finalmente, la información recolectada fue organizada y analizada mediante estadísticas descriptivas, representadas a través de tablas y gráficos porcentuales que facilitaron la interpretación de los resultados y la valoración general del recurso didáctico.

Tabla 1

Nota. Elaboración propia por Adriana Lucía Bermúdez Frías y Sharon Vanessa Galindo Fragoso, 2026.

Tabla 1 etapas del proceso metodológico

Etapa	Descripción	Actividades principales	Instrumentos	Resultado
Caracterización de términos microbiológicos y definiciones fundamentales	Identificación y caracterización de los conceptos microbiológicos presentes en el plan de asignatura, así como diagnóstico de las dificultades de comprensión de los estudiantes.	Revisión documental del plan de asignatura; análisis mediante matriz documental basada en PRISMA; identificación, clasificación y categorización de términos microbiológicos; aplicación de cuestionario diagnóstico.	Matriz de análisis documental, cuestionario dicotómico.	Caracterización de conceptos fundamentales e identificación de términos con mayores dificultades de comprensión.

Etapa	Descripción	Actividades principales	Instrumentos	Resultado
Selección y organización de los términos microbiológicos	Selección de los términos que integrarán el diccionario ilustrado a partir de los resultados diagnósticos y la relevancia curricular.	Análisis de resultados del cuestionario; depuración, selección y clasificación temática de conceptos microbiológicos.	Resultados del cuestionario, matriz conceptual de categorías temáticas.	Organización de términos microbiológicos en categorías curriculares para la construcción del diccionario.
Diseño de ilustraciones científicas	Elaboración de representaciones visuales de estructuras, procesos y conceptos microbiológicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica de los términos microbiológicos. • Elaboración de bocetos preliminares. • Dibujo científico a mano alzada. • Aplicación de técnicas de sombreado en grafito. • Digitalización mediante CamScanner. • Edición y optimización visual en Inkscape. 	<ul style="list-style-type: none"> • Papel de grano (Sketchbook). • Lápices de grafito. • Bibliografía científica especializada. • Bocetos preliminares. 	Representaciones visuales científicamente fundamentadas y pedagógicamente pertinentes.
Elaboración del diccionario científico ilustrado	Integración de definiciones conceptuales e ilustraciones científicas en un recurso didáctico organizado temáticamente.	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión bibliográfica de los términos microbiológicos. • Diseño de ilustraciones científicas inéditas. • Elaboración de dibujos a mano alzada. • Digitalización mediante CamScanner. • Edición y vectorización de 	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Word. • CamScanner. • Inkscape. • Bibliografía especializada. 	Ilustraciones científicas inéditas digitalizadas e integradas al diccionario ilustrado.

Etapa	Descripción	Actividades principales	Instrumentos	Resultado
		imágenes en Inkscape. • <input type="checkbox"/> Incorporación de elementos explicativos.		
Valoración de la utilidad y comprensión del diccionario	Evaluación de la percepción estudiantil sobre la utilidad pedagógica del recurso elaborado.	Diseño y aplicación de postcuestionario; recopilación de respuestas; análisis descriptivo de resultados mediante tablas y gráficos.	Cuestionario de valoración (postcuestionario), tablas y gráficos estadísticos.	Valoración de la utilidad pedagógica, comprensión y aceptación del diccionario ilustrado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos durante la investigación permitieron cumplir los objetivos propuestos para el diseño de un diccionario científico ilustrado de microbiología dirigido a estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Popular del Cesar. El proceso inició con la identificación de las dificultades conceptuales presentes en los estudiantes, continuó con la caracterización de los contenidos disciplinares, la elaboración de ilustraciones científicas y el diseño del recurso didáctico, finalizando con la validación de su utilidad pedagógica.

IDENTIFICACIÓN DE DIFICULTADES EN LA COMPRENSIÓN DE TÉRMINOS MICROBIOLÓGICOS.

Nota. Elaboración propia por Adriana Lucía Bermúdez Frías y Sharon Vanessa Galindo

Fragoso, 2026.

Tabla 2 Estadísticas del pre-cuestionario

Temática	Término	¿Puede definirlo? Sí	¿Puede definirlo? NO	¿Lo comprende? Sí	¿Lo comprende? NO	¿Reconoce imagen? Sí	¿Reconoce imagen? NO
		Sí	No	Sí	No	Sí	No
CONCEPTOS BÁSICOS	Microbiología	27	1	25	0	21	0
	Microorganismo	29	1	25	0	21	0
	Diversidad microbiana	25	4	24	0	18	0
	Dominio Bacteria	23	6	22	4	15	5
	Dominio Archaea	23	6	22	0	15	5
	Dominio Eukarya	23	5	22	0	14	7

Temática	Término	¿Puede definirlo? SÍ	¿Puede definirlo? NO	¿Lo comprende? SÍ	¿Lo comprende? NO	¿Reconoce imagen? SÍ	¿Reconoce imagen? NO
ESTRUCTURA CELULAR	Célula procariota	29	1	25	0	23	0
	Célula eucariota	28	1	25	0	23	0
	Membrana plasmática	30	0	25	0	23	0
	Pared celular	31	0	24	0	21	0
	Nucleoide	26	0	22	3	21	1
	Flagelo	29	1	24	0	22	0
	Pili	21	0	16	7	14	8
	Cápsula bacteriana	21	0	22	5	16	6
	Ribosomas	30	0	25	0	20	2
Inclusiones celulares	12	17	9	15	14	13	
MORFOLOGÍA MICROBIANA	Coco	22	8	20	5	20	3
	Bacilo	20	9	20	6	20	6
	Espirilo	19	9	21	6	19	7
	Vibrio	15	0	17	0	12	11

METABOLISMO	Metabolismo microbiano	20	11	15	8	12	9
	Fototrofia	16	15	15	8	14	12
	Fotoautótrofos	22	11	15	3	11	10
	Fotoheterótrofos	19	12	15	10	10	10
	Autotrofia	22	10	19	0	14	6
	Heterótrofos	28	0	19	0	14	0
	Quimiolitótrofos	11	21	10	6	15	15
	Quimioorganótrofos	7	23	0	17	15	0
	Respiración celular	30	0	20	0	19	0
	Fermentación	29	0	20	0	18	15
FACTORES DE CRECIMIENTO	Relación con el oxígeno	25	6	18	0	15	4
	Factores fisicoquímicos	29	4	17	6	13	7
	Factores de crecimiento microbiano	21	7	17	6	15	6
	Temperatura	29	0	23	0	20	1

	pH	29	0	23	0	20	1
GENÉTICA MICROBIANA	Transcripción	29	0	23	0	22	0
	Traducción	29	1	23	0	22	0
	Dogma central de la biología molecular	13	19	8	14	10	10
	Transformación bacteriana	17	13	12	10	10	8
	Plásmidos	22	9	15	5	11	4
	Mutación	30	0	20	0	21	0
TRANSFERENCIA GENÉTICA	Transferencia genética bacteriana	21	11	14	9	9	8
	Transformación bacteriana	19	14	13	10	9	7
	Transducción	24	7	17	8	6	6
	Conjugación bacteriana	18	14	14	10	10	10
ECOLOGÍA MICROBIANA	Ecología microbiana	23	8	16	5	12	10
	Interacciones microbianas	25	4	19	4	15	4
	Mutualismo	30	0	21	0	19	1

	Comensalismo	27	5	17	4	14	7
	Parasitismo	30	0	19	0	18	0
	Amensalismo	21	11	15	5	12	10
	Competencia microbiana	26	8	18	3	15	6
	Simbiosis	30	0	20	0	19	1
MICROORGANISMOS EN EL AMBIENTE	Microorganismos y medio ambiente	26	0	22	1	16	0
	Microorganismos y plantas	26	0	23	0	22	0
	Microorganismos y animales	28	2	22	0	22	0
	Microorganismos acuáticos	26	0	22	0	22	0
	Microorganismos del suelo	25	8	19	0	16	11
APLICACIONES MICROBIANAS	Biotecnología microbiana	21	10	18	0	15	7
	Biorremediación	18	17	11	9	13	0
	Biominería	11	20	11	7	0	0

	Biolixiviación	10	0	8	6	0	0
	Producción de biocombustibles	21	10	12	10	12	11
	Aplicaciones agrícolas de microorganismos	21	10	14	6	16	6
TÉCNICAS DE LABORATORIO	Bioseguridad	31	0	23	0	20	0
	Esterilización	31	0	23	0	20	0
	Medio de cultivo	30	0	23	0	20	0
	Preparación de medios de cultivo	30	0	23	0	20	0
	Aislamiento microbiano	29	3	22	0	19	0
	Técnicas de siembra	30	0	23	0	20	1
	Tinción bacteriana	29	1	24	0	20	0
	Microscopía	29	1	23	0	20	0

Tabla 3

Nota. Elaboración propia por Adriana Lucía Bermúdez Frías y Sharon Vanessa Galindo

Fragoso, 2026.

Tabla 3 Interpretación de resultados por categoría

Categoría	Promedio de estudiantes que pueden definir el término	Promedio de estudiantes que comprenden el término	Promedio de estudiantes que reconocen la imagen	Interpretación
Conceptos básicos	25,0	23,2	17,5	Presentan un nivel de comprensión relativamente alto debido a que constituyen conocimientos introductorios abordados desde etapas tempranas de formación.
Estructura celular	26,0	21,6	19,3	Los estudiantes muestran familiaridad con las estructuras celulares básicas, especialmente aquellas estudiadas en biología general.
Morfología microbiana	19,2	19,5	16,8	Existe reconocimiento visual de las formas microbianas, aunque algunos conceptos específicos presentan dificultades de definición.
Metabolismo microbiano	21,5	15,4	11,4	Se observan dificultades importantes en conceptos metabólicos especializados,

Categoría	Promedio de estudiantes que pueden definir el término	Promedio de estudiantes que comprenden el término	Promedio de estudiantes que reconocen la imagen	Interpretación
Factores de crecimiento	27,0	21,0	18,0	asociados a procesos bioquímicos complejos. Los conceptos relacionados con temperatura, pH y crecimiento microbiano presentan niveles adecuados de comprensión.
Genética microbiana	24,5	17,0	16,7	Los estudiantes presentan dificultades en procesos moleculares como transcripción, traducción y transformación bacteriana.
Transferencia genética	21,0	14,0	10,0	Es una de las categorías con menor comprensión debido a la complejidad de los mecanismos involucrados.
Ecología microbiana	27,0	18,4	15,6	Los estudiantes reconocen las interacciones ecológicas, aunque presentan limitaciones en su explicación conceptual.
Microorganismos en el ambiente	27,8	21,6	15,4	Existe buena comprensión de la relación de los

Categoría	Promedio de estudiantes que pueden definir el término	Promedio de estudiantes que comprenden el término	Promedio de estudiantes que reconocen la imagen	Interpretación
Aplicaciones microbianas	17,7	13,0	10,8	microorganismos con diferentes ecosistemas. Corresponde a una de las categorías con mayores dificultades, especialmente en biominería y biolixiviación.
Técnicas de laboratorio	31,0	23,0	19,8	Es la categoría con mejor desempeño general, posiblemente por su relación directa con experiencias prácticas.

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación del cuestionario dicotómico permitieron identificar la percepción que poseen los estudiantes sobre su nivel de comprensión frente a los conceptos microbiológicos abordados en la asignatura. En total participaron 49 estudiantes del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Popular del Cesar, de los cuales 15 respondieron el instrumento de manera presencial y 34 de forma virtual.

los resultados evidenciaron la existencia de dificultades en la comprensión de términos y conceptos relacionados con el lenguaje científico microbiológico, especialmente aquellos vinculados con procesos metabólicos, estructuras especializadas

y aplicaciones biotecnológicas de los microorganismos. Asimismo, las respuestas obtenidas permitieron reconocer cuáles eran los términos que generaban mayor complejidad conceptual, información que posteriormente sirvió como criterio para la selección de los conceptos incluidos en el diccionario científico ilustrado.

La participación de estudiantes tanto en modalidad presencial como virtual permitió ampliar la cobertura de la muestra y obtener información representativa sobre las necesidades de aprendizaje presentes en diferentes contextos académicos. Estos resultados constituyeron un insumo fundamental para el diseño del recurso didáctico, debido a que orientaron la selección de contenidos y la elaboración de ilustraciones científicas enfocadas en fortalecer la comprensión conceptual de la microbiología.

El análisis de los resultados se realizó mediante estadística descriptiva, utilizando frecuencias absolutas y relativas expresadas en porcentajes para cada uno de los términos evaluados. Asimismo, se calcularon medias aritméticas por categoría temática con el propósito de establecer comparaciones entre las diferentes áreas del conocimiento microbiológico abordadas en la investigación.

Los resultados evidenciaron diferencias significativas en los niveles de comprensión y reconocimiento de los términos microbiológicos. Las mayores dificultades se concentraron en conceptos relacionados con metabolismo microbiano, crecimiento microbiano, transferencia genética y aplicaciones microbianas, mientras que categorías como técnicas de laboratorio, ecología microbiana y algunos conceptos básicos presentaron niveles de reconocimiento más elevados. Estos hallazgos sugieren que el grado de comprensión de los estudiantes está asociado al nivel de complejidad conceptual de los términos y a la frecuencia con la que estos son abordados durante el proceso formativo.

En la categoría de conceptos básicos de microbiología se observó un nivel de comprensión medio, destacándose el término microbiología como el de mayor reconocimiento. En contraste, diversidad microbiana presentó porcentajes inferiores, lo que evidencia dificultades en la comprensión de conceptos más amplios relacionados con clasificación y ecología de los microorganismos.

Respecto a la estructura celular microbiana, los estudiantes mostraron mayor familiaridad con conceptos generales como célula procariota, célula eucariota, pared celular y membrana plasmática. Sin embargo, estructuras especializadas como cápsula bacteriana, inclusiones celulares y pili registraron menores niveles de reconocimiento, reflejando vacíos conceptuales en contenidos más específicos.

La categoría de morfología microbiana presentó niveles bajos de autopercepción, particularmente en términos como vibrio y espirilo. Aunque conceptos como coco y bacilo obtuvieron porcentajes ligeramente superiores, los resultados evidencian dificultades para diferenciar y reconocer las diversas formas bacterianas.

Una de las categorías con mayores dificultades fue metabolismo microbiano. Conceptos como quimiolitótrofos, quimiorganótrofos, fotoautótrofos y fotoheterótrofos registraron bajos niveles de comprensión. Esto indica que los estudiantes presentan limitaciones para interpretar los mecanismos mediante los cuales los microorganismos obtienen energía y nutrientes, aspecto fundamental para la comprensión de los procesos microbiológicos.

De manera similar, crecimiento microbiano presentó bajos niveles de reconocimiento, especialmente en las fases lag, estacionaria y de muerte. Estos resultados sugieren dificultades para comprender la dinámica poblacional de los microorganismos y los factores que intervienen en su desarrollo.

Por el contrario, la categoría de factores de crecimiento mostró resultados más favorables. Conceptos como temperatura y pH alcanzaron porcentajes superiores al 50 %, posiblemente debido a que estos contenidos son abordados con frecuencia en diferentes áreas de las ciencias naturales.

En genética microbiana se observaron diferencias importantes entre conceptos básicos y especializados. Mientras términos como transcripción y traducción presentaron altos niveles de reconocimiento, conceptos como dogma central de la biología molecular y transformación bacteriana mostraron porcentajes inferiores, evidenciando una comprensión parcial de los procesos genéticos microbianos.

La categoría de transferencia genética también presentó dificultades significativas. Los bajos porcentajes obtenidos en conceptos como conjugación bacteriana, transformación bacteriana y transducción indican limitaciones en la comprensión de los mecanismos de transferencia horizontal de genes.

En ecología microbiana se registraron algunos de los resultados más favorables del cuestionario. Conceptos como mutualismo, comensalismo, simbiosis y parasitismo obtuvieron porcentajes elevados, lo que evidencia una mayor familiaridad de los estudiantes con las relaciones ecológicas. Sin embargo, conceptos como amensalismo y competencia microbiana continuaron mostrando dificultades de comprensión.

Asimismo, la categoría microorganismos en el ambiente presentó un nivel intermedio de reconocimiento. Aunque los estudiantes identificaron con mayor facilidad la relación entre microorganismos y animales, se evidenciaron vacíos conceptuales respecto a los microorganismos del suelo y de ambientes acuáticos.

La categoría con menor nivel de comprensión fue aplicaciones microbianas. Conceptos como biolixiviación, biominería y producción de biocombustibles registraron

los porcentajes más bajos del instrumento, evidenciando escasa familiaridad con las aplicaciones industriales y biotecnológicas de los microorganismos.

Finalmente, técnicas de laboratorio presentó resultados relativamente favorables. Conceptos como bioseguridad, esterilización, medio de cultivo y microscopía mostraron niveles medios y altos de reconocimiento, posiblemente debido a la experiencia práctica de los estudiantes durante las actividades de laboratorio.

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que la comprensión de la terminología microbiológica se encuentra estrechamente relacionada con los conocimientos previos que poseen los estudiantes sobre los conceptos abordados. Esta situación coincide con los planteamientos de Ausubel (2002), quien sostiene que el aprendizaje significativo ocurre cuando la nueva información logra relacionarse de manera sustancial con las estructuras cognitivas existentes. En este sentido, las dificultades identificadas en categorías como metabolismo microbiano, transferencia genética y aplicaciones microbianas sugieren la presencia de vacíos conceptuales que limitan la construcción de nuevos aprendizajes.

De igual manera, los hallazgos son consistentes con lo planteado por Dantas y Ramalho (2020), quienes señalan que la microbiología constituye una disciplina compleja debido a que muchos de sus objetos de estudio no pueden observarse directamente, dificultando la comprensión de procesos abstractos y especializados. Los bajos niveles de reconocimiento registrados en conceptos relacionados con metabolismo, genética y aplicaciones microbianas respaldan esta afirmación y evidencian la necesidad de implementar estrategias didácticas que faciliten la apropiación del lenguaje científico microbiológico.

CARACTERIZACIÓN DE LOS CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE MICROBIOLOGÍA

A partir de los resultados obtenidos en la fase diagnóstica y del análisis del plan de estudios de la asignatura, se caracterizaron los conceptos fundamentales de microbiología presentes en la formación de los estudiantes. Este proceso permitió organizar los contenidos en categorías temáticas coherentes con los objetivos curriculares del programa académico.

La caracterización incluyó conceptos básicos de microbiología, estructura celular microbiana, morfología microbiana, metabolismo microbiano, crecimiento microbiano, factores de crecimiento, genética microbiana, transferencia genética, ecología microbiana, microorganismos en el ambiente, aplicaciones microbianas y técnicas de laboratorio. Esta organización facilitó la construcción de una estructura conceptual lógica para el diccionario ilustrado y garantizó la cobertura de los contenidos más relevantes de la asignatura.

La incorporación de ilustraciones científicas dentro del diccionario responde a la necesidad de representar visualmente conceptos que, por su naturaleza microscópica, suelen resultar difíciles de comprender para los estudiantes. Este resultado coincide con los planteamientos de Gilbert (2010), quien afirma que las representaciones visuales constituyen herramientas fundamentales para la enseñanza de las ciencias, ya que permiten hacer visibles fenómenos que no pueden observarse directamente y facilitan la construcción de modelos mentales más precisos.

Asimismo, la estructura del diccionario, basada en la integración de definiciones conceptuales e ilustraciones científicas, se sustenta en la teoría cognitiva del aprendizaje

multimedia propuesta por Mayer (2009). Según este autor, los estudiantes aprenden de manera más efectiva cuando la información es presentada simultáneamente mediante canales visuales y verbales. En consecuencia, la combinación de imágenes y definiciones empleada en el recurso favorece la comprensión de conceptos microbiológicos complejos y fortalece los procesos de aprendizaje.

Nota. Elaboración propia por Adriana Lucía Bermúdez Frías y Sharon Vanessa Galindo Frago, 2026.

Tabla 4 *Tabla de términos microbiológicos.*

TABLA DE TERMINOS MICROBIOLÓGICOS							
CONCEPTOS BÁSICOS	ESTRUCTURA CELULAR	METABOLISMO	CRECIMIENTO MICROBIANO	GENÉTICA MICROBIANA	ECOLOGÍA MICROBIANA	APLICACIONES MICROBIANAS	TÉCNICAS DE LABORATORIO
Microbiología	Célula procariota	Metabolismo microbiano	Crecimiento microbiano	Transcripción	Ecología microbiana	Biotecnología microbiana	Bioseguridad
Microorganismo	Célula eucariota	Fototrofia	División celular bacteriana	Traducción	Interacciones microbianas	Biorremediación	Esterilización
Diversidad microbiana	Membrana plasmática	Fotoautótrofos	Tiempo de generación	Dogma central de la biología molecular	Mutualismo	Biominería	Medio de cultivo
Dominio Bacteria	Pared celular	Fotoheterótrofos	Curva de crecimiento microbiano	Transferencia genética bacteriana	Comensalismo	Biolixiviación	Preparación de medios de cultivo
Dominio Archaea	Nucleoide	Autotrofia	Fase lag	Transformación bacteriana	Parasitismo	Producción de biocombustibles	Aislamiento microbiano
Dominio Eukarya	Flagelo	Heterótrofos	Fase exponencial	Transducción	Amensalismo	Aplicaciones agrícolas de microorganismos	Técnicas de siembra
	Pili	Quimiolitótrofos	Fase estacionaria	Conjugación bacteriana	Competencia microbiana		Tinción bacteriana
	Cápsula bacteriana	Quimiorganótrofos	Fase de muerte	Plásmidos	Simbiosis		Microscopía
	Ribosomas	Respiración celular	Factores de crecimiento microbiano	Mutación	Microorganismos y medio ambiente		
	Inclusiones celulares	Fermentación	Temperatura		Microorganismos y plantas		
	Coco	Relación con el oxígeno	pH		Microorganismos y animales		
	Bacilo	Factores fisicoquímicos			Microorganismos acuáticos		
	Espirilo				Microorganismos del suelo		
	Vibrio						

ELABORACIÓN DE ILUSTRACIONES CIENTÍFICAS

Con base en los términos microbiológicos seleccionados, se elaboraron ilustraciones científicas inéditas destinadas a representar de manera visual estructuras, formas y procesos relacionados con los conceptos incluidos en el diccionario. Para ello, se realizó previamente una revisión bibliográfica que permitió identificar las características fundamentales de cada término y orientar su representación gráfica.

Las ilustraciones fueron desarrolladas mediante dibujo científico a mano alzada, procurando mantener criterios de precisión, claridad y pertinencia pedagógica. Posteriormente, cada ilustración fue escaneada mediante la aplicación CamScanner y editada utilizando el software Inkscape, permitiendo mejorar su calidad visual y adaptarla al formato digital requerido para el recurso didáctico.

Este proceso permitió obtener un conjunto de representaciones visuales originales elaboradas específicamente para el diccionario ilustrado, garantizando la calidad gráfica, la coherencia científica y la pertinencia pedagógica de las ilustraciones asociadas a cada término microbiológico.

DISEÑO DEL DICCIONARIO ILUSTRADO DE MICROBIOLOGÍA

Como resultado de las etapas anteriores, se diseñó un diccionario ilustrado de microbiología organizado en categorías temáticas acordes con los contenidos fundamentales de la asignatura. El recurso fue estructurado de manera progresiva, permitiendo que los estudiantes consultaran conceptos microbiológicos desde los temas más generales hasta aquellos de mayor complejidad.

El diccionario incorpora definiciones conceptuales fundamentadas en literatura científica especializada y una organización temática que facilita la búsqueda y comprensión de los contenidos. Asimismo, incluye secciones complementarias de carácter informativo y didáctico, orientadas a fortalecer el interés de los estudiantes por la microbiología.

La estructura final del recurso permitió consolidar una herramienta educativa diseñada específicamente para apoyar el aprendizaje de la terminología microbiológica en estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, respondiendo a las necesidades identificadas durante el proceso investigativo.

El diccionario ilustrado quedó conformado por términos organizados en categorías temáticas relacionadas con los contenidos fundamentales de la asignatura de microbiología, incluyendo conceptos básicos, estructura celular microbiana, morfología microbiana, metabolismo microbiano, crecimiento microbiano, genética microbiana, transferencia genética, ecología microbiana, microorganismos en el ambiente, aplicaciones microbianas y técnicas de laboratorio. Cada entrada fue estructurada mediante la integración de una definición conceptual sustentada en literatura científica y una ilustración científica elaborada específicamente para facilitar la comprensión visual del término abordado.

Además de las definiciones e ilustraciones, el recurso incorporó elementos complementarios orientados a fortalecer su función pedagógica, permitiendo una consulta organizada, secuencial y accesible para los estudiantes. Esta estructura favorece la apropiación progresiva del lenguaje microbiológico y convierte al diccionario

en una herramienta de apoyo para los procesos de enseñanza y aprendizaje de la asignatura.

La incorporación de ilustraciones científicas dentro del diccionario responde a la necesidad de representar visualmente conceptos que, por su naturaleza microscópica, suelen resultar difíciles de comprender para los estudiantes. Este resultado coincide con los planteamientos de Gilbert (2010), quien afirma que las representaciones visuales constituyen herramientas fundamentales para la enseñanza de las ciencias, ya que permiten hacer visibles fenómenos que no pueden observarse directamente y facilitan la construcción de modelos mentales más precisos.

Asimismo, la estructura del diccionario, basada en la integración de definiciones conceptuales e ilustraciones científicas, se sustenta en la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia propuesta por Mayer (2009). Según este autor, los estudiantes aprenden de manera más efectiva cuando la información es presentada simultáneamente mediante canales visuales y verbales. En consecuencia, la combinación de imágenes y definiciones empleada en el recurso favorece la comprensión de conceptos microbiológicos complejos y fortalece los procesos de aprendizaje.

VALORACIÓN DE LA UTILIDAD DEL DICCIONARIO ILUSTRADO DE MICROBIOLOGÍA

Una vez finalizado el recurso, se aplicó un postcuestionario a 27 estudiantes con el propósito de conocer su percepción sobre la utilidad del diccionario ilustrado para el aprendizaje de los términos microbiológicos. Los resultados obtenidos evidenciaron una valoración altamente positiva del material elaborado.

Particularmente, el 100 % de los estudiantes manifestó que el diccionario ilustrado constituye una herramienta útil y sugiere que el material diseñado responde adecuadamente a las necesidades de aprendizaje identificadas en la fase diagnóstica.

La valoración positiva obtenida respalda la pertinencia pedagógica del diccionario ilustrado y confirma que la integración de ilustraciones científicas con definiciones conceptuales favorece la comprensión de contenidos especializados. Asimismo, los resultados permiten inferir que el recurso facilita el aprendizaje de la terminología microbiológica y contribuye a disminuir algunas de las dificultades conceptuales identificadas inicialmente en los estudiantes.

La valoración positiva otorgada por los estudiantes permite inferir que el diccionario ilustrado logró responder a necesidades reales de aprendizaje previamente identificadas durante la fase diagnóstica. Este resultado guarda relación con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (2002), según la cual los recursos educativos resultan más efectivos cuando favorecen la conexión entre los nuevos conocimientos y las estructuras cognitivas previas del estudiante.

De igual manera, la aceptación del recurso respalda los planteamientos de Mayer (2009) sobre el aprendizaje multimedia, al evidenciar que la integración de elementos visuales y textuales facilita la comprensión de contenidos complejos. Asimismo, coincide con lo señalado por Gilbert (2010), quien destaca que las representaciones visuales constituyen un recurso fundamental para la enseñanza de las ciencias al permitir comprender fenómenos abstractos y de difícil observación directa, como ocurre en el campo de la microbiología.

En conjunto, los resultados obtenidos evidencian el cumplimiento de los objetivos propuestos en la investigación. La identificación de dificultades conceptuales permitió orientar el diseño del recurso; la caracterización de contenidos garantizó su pertinencia curricular; las ilustraciones científicas facilitaron la representación visual de conceptos complejos; y la validación realizada con los estudiantes confirmó la utilidad del diccionario ilustrado como herramienta didáctica para apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la microbiología.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Se logró diseñar un diccionario ilustrado de microbiología como recurso didáctico para facilitar la comprensión de los conceptos fundamentales de la asignatura en los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad Popular del Cesar.

Se identificaron las principales dificultades de los estudiantes en la comprensión de términos microbiológicos, evidenciándose mayores vacíos conceptuales en las categorías de metabolismo microbiano, crecimiento bacteriano, transferencia genética y aplicaciones microbianas.

Se caracterizaron los conceptos fundamentales de microbiología presentes en el plan de estudios de la asignatura, lo que permitió organizar el contenido del diccionario en categorías temáticas coherentes con los objetivos curriculares del programa.

Se elaboraron ilustraciones científicas que representan con precisión estructuras, formas y procesos microbianos, constituyéndose como el componente visual central del recurso didáctico diseñado.

Se diseñó el diccionario ilustrado de microbiología integrando definiciones conceptuales claras e ilustraciones científicas, consolidándolo como un recurso didáctico fundamentado en el aprendizaje significativo y la teoría cognitiva multimedia.

Los resultados de la valoración aplicada a los estudiantes permitieron evidenciar la aceptación y pertinencia pedagógica del diccionario ilustrado de microbiología como recurso didáctico, reconociendo su utilidad para fortalecer la comprensión de la

terminología microbiológica y favorecer procesos de aprendizaje más significativos mediante la integración de definiciones conceptuales e ilustraciones científicas.

RECOMENDACIONES

A partir del proceso investigativo desarrollado y de los resultados obtenidos, se presentan las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer el uso del diccionario ilustrado y a proyectar futuras investigaciones en esta línea.

Se recomienda implementar el diccionario ilustrado de microbiología como recurso complementario en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la asignatura, debido a la valoración positiva obtenida por parte de los estudiantes. Asimismo, se sugiere continuar fortaleciendo y actualizando el material con nuevos términos, ilustraciones y contenidos didácticos que respondan a las necesidades académicas de los estudiantes y contribuyan al fortalecimiento de la comprensión del lenguaje científico microbiológico.

Asimismo, se sugiere diseñar e implementar una rúbrica de evaluación que permita a los jueces y pares académicos valorar de manera sistemática y objetiva la pertinencia científica, la claridad conceptual, la calidad de las ilustraciones y la utilidad pedagógica del recurso didáctico. Este instrumento facilitará la obtención de retroalimentación precisa y fundamentada que oriente los ajustes necesarios para mejorar el diccionario antes de su implementación definitiva.

De igual manera, se recomienda actualizar periódicamente el contenido del diccionario ilustrado a medida que avance el conocimiento en el campo de la microbiología, incorporando nuevos términos, conceptos emergentes y representaciones visuales actualizadas que respondan a los desarrollos científicos y tecnológicos de la disciplina.

Se propone también explorar el desarrollo de una versión digital e interactiva del diccionario ilustrado, que permita ampliar su alcance y accesibilidad mediante plataformas virtuales de aprendizaje. Una versión digital podría incluir animaciones, hipervínculos entre términos relacionados y recursos multimedia complementarios, potenciando aún más las posibilidades de aprendizaje significativo en los estudiantes.

Finalmente, se recomienda que el modelo metodológico empleado en esta investigación, basado en la identificación de necesidades conceptuales mediante instrumentos diagnósticos y en el diseño de recursos visuales fundamentados en teorías del aprendizaje, sea considerado como referente para el desarrollo de materiales didácticos similares en otras asignaturas con alto componente terminológico dentro del programa, tales como bioquímica, genética o ecología, contribuyendo así al fortalecimiento continuo de los recursos pedagógicos disponibles para los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguado Molina, M., & Villalba Salvador, M. (2020). *La ilustración como recurso didáctico*. *Dedica. Revista de Educação e Humanidades*, 17, 337-359.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7653710>
- Ainsworth, S. (2006). *DeFT: A conceptual framework for learning with multiple representations*. *Educational Psychology Review*, 18(3), 183–198.
https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-006-9014-9?utm_source=chatgpt.com
- Alwadei, A. M., & Mohsen, M. A. (2023). *Investigation of the use of infographics to aid second language vocabulary learning*. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10, 108.
<https://www.nature.com/articles/s41599-023-01569-2>
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6.ª ed.). Episteme.
https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION
- Barber, B. (2002). *The complete guide to drawing and illustrating*. Arcturus Publishing.
https://openlibrary.org/books/OL1722165M/Sketching_your_favorite_subjects_in_pen_ink
- Barla, P., Breslav, S., Markosian, L., & Thollot, J. (2006). *Interactive hatching and stippling by example*. *Eurographics Symposium on Rendering*.
<https://www.penguinrandomhouse.com/books/628771/drawing-in-pen-and-ink-by-claudia-nice/>
- Barrientos Osorto, G. R. (2025). *Diccionario ilustrado de términos para Biología General I [Trabajo académico de curso]*. Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

https://www.studocu.com/latam/document/universidad-nacional-autonoma-de-honduras/biologia-general-i/glosario-biologia-tarea-1/117884835?utm_source=chatgpt.com

Carney, R. N., & Levin, J. R. (2002). Pictorial illustrations still improve students' learning from text. *Educational Psychology Review*, 14(1), 5–26.

<https://doi.org/10.1023/A:1013176309260>

Cook, D. A., Levinson, A. J., & Garside, S. (2010). Internet-based learning in the health professions: A meta-analysis. *JAMA*, 300(10), 1181–1196.

<https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/182536>

Dantas, É. F., & Ramalho, D. F. (2020). The use of different methodologies in the teaching of microbiology: A systematic literature review. *Research, Society and Development*, 9(8).

<https://www.rsdjournal.org/rsd/article/view/6396>

Gilbert, J. K. (Ed.). (2010). *Visualization in Science Education*. Springer.

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500690802673768>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.

virtuais/pdf/metodologia_de_la_investigacion_-hernandez_sampieri-_6ta.pdf

Hodges, E. R. S. (2003). *The guild handbook of scientific illustration* (2nd ed.). John Wiley & Sons.

<https://arxiv.org/abs/2308.03644>

Kaczmarek, H. (2016). Illustrations in a dictionary. Visual forms of entry presentation in a learner's dictionary. *Glottodidactica*, 43(2), 163-175.

<https://pressto.amu.edu.pl/index.php/gl/article/view/6887>

- Lowe, R. K. (2003). *Animation and learning: Selective processing of information in dynamic graphics*. *Learning and Instruction*, 13(2), 157–176.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095947520200018X>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
https://books.google.com.co/books?id=5g0AM1CHysgC&printsec=frontcover&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Murer, M. C. R., Rossi, C. C., Ferreira, R. P., Dias, S. R. C., & Pereira, M. F. (2022). *Conceptions and trends in the teaching of Microbiology in Brazilian education*. *Research, Society and Development*, 11(15).
https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/37349?utm_source=chatgpt.com
- Navas Saballo, J. A., & Morales Cerda, D. A. (2016). *Libro de texto de microbiología pecuaria* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA.
<https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/3221/>
- Nice, C. (1999). *Drawing in pencil*. North Light Books.
<https://arxiv.org/abs/cs/0607050>
- Perales Palacios, F. J., & Jiménez, J. D. (2002). *Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias*. *Análisis de libros de texto*. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 369–386.
https://ensciencias.uab.cat/article/view/v20-n3-perales-jimenez?utm_source=chatgpt.com
- Schnotz, W. (2005). *An integrated model of text and picture comprehension*. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 49-69). Cambridge University Press.
https://books.google.com.co/books?id=SSLdo1MLlywC&printsec=frontcover&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

- Servicio Nacional de Aprendizaje. (2014). *Microbiología*. SENA.
https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/1347/capitulo_7.pdf;jsessionid=B0B572D26E36926A7F73F4C551B46647?sequence=1
- Silva, R. C., Silva, M. D., & Santos, C. G. (2019). *Systematic Mapping: Methods, Techniques and Artifacts for the Education of Microbiology without the use of Laboratories*.
https://idonline.emnuvens.com.br/id/article/view/1838?utm_source=chatgpt.com
- Torres Arroyo, E. L., Gracia Herrera, L., Thorrens Romero, E., & Villegas Gracia, R. (2023). *Introducción a la microbiología*. Editorial Universidad de Córdoba.
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/entities/publication/3c7a549c-596d-4758-aa81-0f1bd2c361f6>
- Tversky, B., Morrison, J. B., & Bétrancourt, M. (2002). Animation: Can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, 57(4), 247–262.
<https://doi.org/10.1006/ijhc.2002.1017>
- Ulloa, M., & Hanlin, R. T. (2006). *Illustrated Dictionary of Mycology*. APS Press.
https://apsjournals.apsnet.org/page/shopapspress/illustrated-dictionary-of-mycology?utm_source=chatgpt.com
- Wood, P. H. (1994). *Scientific illustration: A guide to biological, zoological, and medical rendering techniques, design, printing, and display*. Wiley-Liss.
https://openlibrary.org/books/OL3554710M/The_Guild_handbook_of_scientific_illustration

A. Anexo: Tabla - Matriz de Análisis Documental

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/153foyajhkiQcRQiZyZRJ6ICL6GuaO0GU/edit?usp=sharing&oid=115932195594996384646&rtpof=true&sd=true>

B. Anexo: link de acceso al pre- cuestionario en línea

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfvWFWPxmJWavUgPPEaWdjDeqQx0eYCqsosYNRkYdyO3yvg/viewform?usp=sharing&oid=115932195594996384646>

C. Anexo: link de acceso al post – cuestionario

<https://forms.gle/d1VMaxzmaRnHc1dc6>

D. Anexo: resultados del pre-cuestionario

<https://drive.google.com/file/d/1wJr2QYL2zYUOd9MS6aTCuMT0YRoP4bPI/view?usp=sharing>

E. Anexo: análisis del pre- cuestionario

<https://drive.google.com/file/d/14JB-hNnEyzc2gtDsWKC90dMyOqz5-ZYQ/view?usp=sharing>

F. Anexo: resultados del post- cuestionario

https://drive.google.com/file/d/1a_mJJ4uKnNWpBAjrzhnYoG2aKpvLvjkR/view?usp=sharing

G. Anexo: protocolo prisma



https://drive.google.com/file/d/1Mi7KThbC0wGHvirFlcXOUE6aX2oWUJc_/view?usp=sharing

H. Anexo: link del diccionario ilustrado

<https://heyzine.com/flip-book/df4fa7c6f5.html>

I. Anexo: juicio experto

Ilustración 2 Juicio experto

 <p>UNIVERSIDAD Popular del Cesar</p>	 <p>Licenciatura CIENCIAS NATURALES & EDUCACIÓN AMBIENTAL</p>
JUICIO DE EXPERTO PARA LOS INSTRUMENTOS¹:	
<p>TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: <u>Diccionario ilustrado de microbiología como recurso didáctico para estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental</u></p>	
<p>AUTORES: <u>Sharon Vanessa Galindo Fragoso, Adriana Lucía Bermúdez Frías</u></p>	
<p>NOMBRE EVALUADOR: <u>Luis Alfonso Guerrero Mayorga</u></p>	
<p>CARGO: <u>Docente ocasional tiempo completo</u></p>	
<p>FORMACIÓN: <u>Microbiólogo, Magister en Ciencias de la Educación</u></p>	
<p>Valoración global del conjunto de preguntas del instrumento</p> <p>Muy bien <input checked="" type="checkbox"/> Bien <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mal <input type="checkbox"/></p>	
<p>Considera que están expresadas con claridad las variables o categorías del estudio: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/></p>	
<p>La longitud del instrumento es:</p> <p>Excesiva <input type="checkbox"/> Adecuada <input checked="" type="checkbox"/> Corta <input type="checkbox"/></p>	
<p>Las preguntas están categorizadas:</p> <p>Bien <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mal <input type="checkbox"/></p>	
<p><small>1 Formato adaptado de María Luisa Sevillano García, María Angeles Pascual Sevillano y Donaciano Bartolomé Crespo en Valverde, O. (2012). Las creencias de autoeficacia en la práctica pedagógica del docente universitario. Pasto: Editorial Publicaciones Unimar</small></p>	



UNIVERSIDAD
Popular del Cesar

Licenciatura
EN CIENCIAS NATURALES
& EDUCACIÓN AMBIENTAL

El número de ítems asignado a cada variable o categoría es el adecuado: SI X NO ____

Es necesario añadir nuevas preguntas: SI ____ NO X ____

En caso de creer que es necesario añadir algún ítem diga cuáles:

No se considera necesario añadir nuevos ítems, debido a que el instrumento presenta una adecuada cobertura conceptual de los contenidos fundamentales de microbiología relacionados con la investigación.

En caso de que crea que hay que suprimir ítems diga cuáles:

No se estima conveniente eliminar ítems, puesto que los términos incorporados guardan relación con las categorías planteadas y aportan de manera significativa al cumplimiento del propósito del instrumento.

El lenguaje empleado en el instrumento es claro SI X NO ____

Las preguntas están expresadas con precisión SI X NO ____

Indique descriptores básicos que encuentra en este instrumento:

Autopercepción conceptual, microbiología, diversidad microbiana, estructura celular, metabolismo microbiano, genética microbiana, crecimiento microbiano, ecología microbiana, transferencia genética, aplicaciones microbianas, técnicas de laboratorio, bioseguridad, microscopía, aprendizaje conceptual y reconocimiento visual.

Presentación del instrumento Facilita tiempo y lugar de aplicación Población de estudio
Haga por favor un comentario al instrumento.

El instrumento presenta una estructura clara y organizada, facilitando su aplicación en contextos académicos universitarios. En general, el cuestionario es pertinente y adecuado para evaluar la autopercepción de la comprensión conceptual en microbiología.

El instrumento está acorde al desarrollo de la Investigación, los ítems son coherente para la recolección de información óptima para la valoración de cada Categoría/Variable.

El instrumento presenta coherencia en la organización de los ítems y una adecuada relación entre las categorías planteadas, facilitando la recolección de información clara y pertinente para el proceso de valoración.

NOMBRES Y APELLIDOS DEL EVALUADOR: Luis Alfonso Guerrero mayorga _____

FIRMA

CÉDULA: 77093157 _____

1 Formato adaptado de María Luisa Sevillano García, María Angeles Pascual Sevillano y Donaciano Bartolomé Crespo en Valverde, O. (2012). Las creencias de autoeficacia en la práctica pedagógica del docente universitario. Pasto: Editorial Publicaciones Unimar



UNIVERSIDAD
Popular del Cesar

Licenciatura
CIENCIAS NATURALES
& EDUCACIÓN AMBIENTAL

JUICIO DE EXPERTO PARA LOS INSTRUMENTOS¹

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Diccionario ilustrado de microbiología como recurso didáctico para estudiantes de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

AUTORES: Sharon Vanessa Galindo Fragoso, Adriana Lucía Bermúdez Frías

NOMBRE EVALUADOR: Claudia Vergel Castro

CARGO: Docente ocasional tiempo completo

FORMACIÓN: Microbióloga, Magister en Ciencias Naturales

Valoración global del conjunto de preguntas del instrumento

Muy bien __X__ Bien ___ Regular ___ Mal ___

Considera que están expresadas con claridad las variables o categorías del estudio: SI __X__ NO ___

La longitud del instrumento es:

Excesiva ___ Adecuada __X__ Corta ___

Las preguntas están categorizadas:

Bien __X__ Regular ___ Mal ___

¹ Formato adaptado de María Luisa Sevillano García, María Angeles Pascual Sevillano y Donaciano Bartolomé Crespo en Valverde, O. (2012). Las creencias de autoeficacia en la práctica pedagógica del docente universitario. Pasto: Editorial Publicaciones Unimar



UNIVERSIDAD
Popular del Cesar

El número de ítems asignado a cada variable o categoría es el adecuado: SI NO



Es necesario añadir nuevas preguntas: SI NO

En caso de creer que es necesario añadir algún ítem diga cuáles:

No se considera necesario añadir nuevos ítems, debido a que el instrumento presenta una adecuada cobertura conceptual de los contenidos fundamentales de microbiología relacionados con la investigación.

En caso de que crea que hay que suprimir ítems diga cuáles:

No se estima conveniente eliminar ítems, puesto que los términos incorporados guardan relación con las categorías planteadas y aportan de manera significativa al cumplimiento del propósito del instrumento.

El lenguaje empleado en el instrumento es claro SI NO

Las preguntas están expresadas con precisión SI NO

Indique descriptores básicos que encuentra en este instrumento:

Auto percepción conceptual, microbiología, diversidad microbiana, estructura celular, metabolismo microbiano, genética microbiana, crecimiento microbiano, ecología microbiana, transferencia genética, aplicaciones microbianas, técnicas de laboratorio, bioseguridad, microscopía, aprendizaje conceptual y reconocimiento visual.

Presentación del instrumento Facilita tiempo y lugar de aplicación Población de estudio

Haga por favor un comentario al instrumento.

El instrumento presenta una estructura clara y organizada, facilitando su aplicación en contextos académicos universitarios. En general, el cuestionario es pertinente y adecuado para evaluar la auto percepción de la comprensión conceptual en microbiología.

El instrumento está acorde al desarrollo de la Investigación, los ítems son coherente para la recolección de información óptima para la valoración de cada Categoría/Variable.

El instrumento presenta coherencia en la organización de los ítems y una adecuada relación entre las categorías planteadas, facilitando la recolección de información clara y pertinente para el proceso de valoración.

NOMBRES Y APELLIDOS DEL EVALUADOR: Claudia Marcela Vergel Castro

FIRMA Claudia Marcela Vergel Castro

CEDULA: 1.026.263.327

1 Formato adaptado de María Luisa Sevillano García, María Angeles Pascual Sevillano y Donaciano Bartolomé Crespo en Valverde, O. (2012). Las creencias de autoeficacia en la práctica pedagógica del docente universitario. Pasto: Editorial Publicaciones Unimar

J. Anexo: Evidencia fotográfica

Ilustración 3 Elaboración de ilustraciones



Ilustración 4 Digitalización de las imágenes



Ilustración 5 Ilustraciones de prueba a color.



Ilustración 6 Algunas de las ilustraciones antes de ser digitalizadas.

