

INFORME DE RESULTADOS PROYECTO DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

- 1.1. Nombre del proyecto: Atlas interactivo de Parasitología Humana para los laboratorios de protozoología.
- 1.2. Modalidad de participación: Grupal.
- 1.3. Autores:
Dra. Leslye Johana Torres Avila (Coordinadora)
Dr. José Lisandro Mendoza Munguía
Dra. Paula Yessenia Aguilar Molina
Dra. Elisa María Alcántara Henríquez
- 1.4. Ciudad Universitaria, Facultad de Ciencias, Escuela de Microbiología, Departamento de parasitología.
- 1.5. Asignatura a la que está dirigido el proyecto: Laboratorios de protozoología.
- 1.6. Línea temática del proyecto:
Aprendizaje activo y significativo con recursos digitales interactivos.
Uso de microscopía digital, BioRender y plataformas virtuales.
- 1.7. Fecha de inicio del proyecto: 30/06/2025
- 1.8. Fecha de finalización del proyecto: 28/11/2025

II. DESARROLLO DEL PROYECTO

Atlas interactivo digital de protozoarios como recurso innovador para enseñanza-aprendizaje en Parasitología Humana

2.1. Resumen

La parasitología humana es una disciplina visual, cuyo aprendizaje depende de la observación microscópica de protozoarios y sus estructuras. En la Escuela de Microbiología, la escasez de especímenes y la pérdida progresiva de características fenotípicas en muestras biológicas limitan la experiencia práctica de los estudiantes, afectando la retención de conocimientos y la precisión diagnóstica.

Para superar estas dificultades, se desarrolló un atlas interactivo digital de protozoarios, complementado con microscopía digital, laboratorios virtuales y herramientas como BioRender y el software K-State. El objetivo general fue optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en parasitología humana mediante la integración de estrategias pedagógicas innovadoras y tecnologías educativas, promoviendo aprendizaje significativo, autónomo y colaborativo.



La metodología combinó principios del aprendizaje significativo de Ausubel con Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), incluyendo capacitación docente y estudiantil, actividades interactivas, retroalimentación automatizada y la participación de los estudiantes en la creación de ilustraciones de ciclos de vida parasitarios.

Los resultados evidenciaron mejoras en la comprensión de estructuras parasitarias, la identificación de protozoarios y la precisión diagnóstica. Los estudiantes mostraron mayor motivación, autonomía y pensamiento crítico, mientras que el registro de ejercicios permitió monitorear el desempeño individual. La integración de TIC y aprendizaje activo fortaleció competencias transversales y consolidó un recurso educativo sostenible, adaptable a futuras innovaciones.

Conclusión: La implementación del atlas interactivo digital y las herramientas tecnológicas asociadas optimizó la enseñanza de la parasitología humana, constituyéndose en un recurso didáctico eficaz que mejora la comprensión, el desempeño diagnóstico y la formación de competencias clave en los estudiantes

2.2. Palabras Clave

Microscopía digital, Aprendizaje significativo, Recursos educativos abiertos, Competencias diagnósticas, Laboratorio virtual.

2.3. Introducción

La parasitología es una disciplina eminentemente visual, cuyo diagnóstico depende del reconocimiento de formas, estadios y orgánulos característicos de los protozoarios, esenciales para su identificación taxonómica. Diversos estudios han documentado errores frecuentes en la identificación microscópica de parásitos intestinales en América Latina, incluyendo Honduras (Charles T. et al., 2001). En los laboratorios de la Escuela de Microbiología, los estudiantes enfrentan dificultades para identificar y memorizar estas características, especialmente fuera del laboratorio, donde carecen de acceso a microscopios. Esta limitación genera un vacío en los recursos digitales, dificultando la observación continua, el aprendizaje autónomo y la consolidación de competencias diagnósticas.

Como solución, se desarrolló un atlas interactivo digital de Parasitología Humana, que integra láminas digitalizadas de protozoarios con información morfológica, taxonómica y clínica. La propuesta incorpora estrategias pedagógicas innovadoras: (1) aprendizaje interactivo mediante imágenes digitales, tutoriales y simulaciones; (2) laboratorios virtuales y microscopía digital; (3) actividades gamificadas con desafíos y recompensas; y (4) integración de realidad virtual mediante “k-state.edu” para explorar casos clínicos,



La **metodología general** incluyó capacitación en software de microfotografía, captura y edición de imágenes, diseño del atlas y sitio web, creación de biblioteca digital, implementación de plataforma virtual, integración de actividades gamificadas y desarrollo de recursos de realidad virtual y hologramas.

Este recurso fortalece la relación entre teoría y práctica, unifica criterios diagnósticos, amplía el acceso a recursos digitales y genera oportunidades de mejora, como la autoevaluación, proyectos colaborativos y actualización continua de contenidos. En conjunto, constituye una innovación educativa que optimiza la enseñanza-aprendizaje en los laboratorios de protozoología.

2.4. Fundamentación teórica y metodología utilizada

La parasitología es una disciplina eminentemente visual, cuyo diagnóstico depende de la observación detallada de formas, estadios y orgánulos característicos de los protozoarios, elementos esenciales para su identificación taxonómica a nivel de género e incluso de especie. La correcta interpretación de estas estructuras es fundamental tanto para la práctica clínica como para la investigación epidemiológica, ya que errores en la identificación de parásitos intestinales han sido documentados en diversas unidades de salud de América Latina, incluyendo Honduras (Charles T. et al., 2001). La enseñanza de la parasitología requiere recursos que permitan a los estudiantes reforzar continuamente la observación de estas estructuras, desarrollar habilidades de análisis crítico y consolidar competencias diagnósticas indispensables.

Aunque los laboratorios de la Escuela de Microbiología cuentan con láminas y microscopios en buen estado, los estudiantes enfrentan limitaciones significativas. El acceso al material físico es restringido y su conservación prolongada puede ocasionar pérdida de características fenotípicas esenciales. Además, la formación se restringe al entorno del laboratorio, limitando la retención a largo plazo de las estructuras parasitarias y dificultando el aprendizaje autónomo y significativo. Esta situación evidencia un **vacío** en los recursos digitales, resaltando la necesidad de herramientas tecnológicas que fortalezcan la enseñanza-aprendizaje en protozoología.

Para atender esta necesidad, se desarrolló un atlas interactivo digital de Parasitología Humana, concebido como recurso educativo innovador que integra la digitalización de láminas de protozoarios con información morfológica, taxonómica y clínica. La fundamentación teórica se sustenta en el aprendizaje activo, el aprendizaje significativo de Ausubel y el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), fomentando el aprendizaje autónomo, la motivación estudiantil y la integración efectiva de teoría y práctica.



La metodología aplicada incluyó los siguientes pasos:

- (1) capacitación en software para la captura de microfotografías;
- (2) toma de microfotografías de láminas de protozoarios, asegurando precisión morfológica;
- (3) diseño del atlas y sitio web, con edición y compactación de imágenes;
- (4) creación de una biblioteca digital bidimensional accesible a todos los estudiantes;
- (5) implementación de la plataforma virtual para almacenamiento y compartimiento de recursos;
- (6) desarrollo de actividades gamificadas con desafíos, recompensas y competencias;
- (7) integración de realidad virtual mediante la plataforma “k-state.edu” para explorar casos clínicos asociados a patógenos de importancia médica;
- (8) utilización de BioRender, herramienta que algunos alumnos aprendieron a manejar para crear ciclos de vida de los protozoarios, reforzando la comprensión de sus etapas, relaciones y características morfológicas.

Esta metodología combinó estrategias pedagógicas innovadoras, aprendizaje activo y TIC, permitiendo superar las limitaciones del laboratorio físico, optimizar la enseñanza-aprendizaje y unificar criterios diagnósticos. Asimismo, generó oportunidades de mejora continuas, como la actualización de contenidos, proyectos colaborativos, actividades de autoevaluación y la integración de herramientas digitales emergentes como BioRender. En conjunto, el atlas interactivo digital fortalece la comprensión de la parasitología humana, promueve habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y aprendizaje autónomo, constituyéndose en un recurso educativo sostenible y adaptable a futuros avances en la disciplina.

2.5. Resultados obtenidos

1) Implementación de microscopía digital

Se incorporó un **microscopio con cámara acoplada**, lo que facilitó la captura y digitalización de imágenes de protozoarios de importancia médica. Este avance permitió documentar estructuras parasitarias en condiciones óptimas y disponer de material visual de alta calidad para la enseñanza. Con ello se evitó la dependencia exclusiva de especímenes físicos, que con el tiempo pierden características fenotípicas esenciales para su identificación.

Reflexión:

La implementación de la microscopía digital no solo mejoró la disponibilidad de recursos visuales, sino que también potenció el aprendizaje autónomo y la precisión diagnóstica. Al contar con imágenes digitales de alta resolución, los estudiantes pudieron repetir observaciones, comparar estructuras y reforzar la memorización de formas clave, favoreciendo un aprendizaje más profundo y significativo. Además, la digitalización generó un recurso sostenible y reutilizable, que permite documentar y preservar material



que antes se deterioraba rápidamente, asegurando la continuidad de la enseñanza y la estandarización de criterios diagnósticos entre los alumnos. Este resultado evidencia cómo la integración de tecnología en el laboratorio tradicional puede superar limitaciones físicas y enriquecer la experiencia educativa, promoviendo competencias clave en parasitología humana.



Resultado 1. Implementación de microscopio con cámara acoplada. El microscopio estaba en desuso por no tener un CPU funcional, se gestionó la recuperación de un CPU y la compra de un disco duro, también se actualizó el software del programa para la captura y procesamiento de las imágenes digitales a partir de las láminas.

2) Capacitación docente y estudiantil

Se llevaron a cabo **capacitaciones en el manejo del software y de la microscopía digital**, dirigidas tanto a docentes como a estudiantes. Estas sesiones no solo garantizaron un uso adecuado de las herramientas, sino que también promovieron la **confianza tecnológica**, la apropiación de recursos digitales y la incorporación de estas competencias a la práctica académica habitual.

Reflexión:

Las capacitaciones demostraron ser un componente clave para el éxito del proyecto, ya que **facilitaron la integración efectiva de la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje**. La familiarización con el software y la microscopía digital permitió a los docentes diseñar actividades más dinámicas y adaptadas a los objetivos de aprendizaje, mientras que los estudiantes desarrollaron autonomía y habilidades tecnológicas.



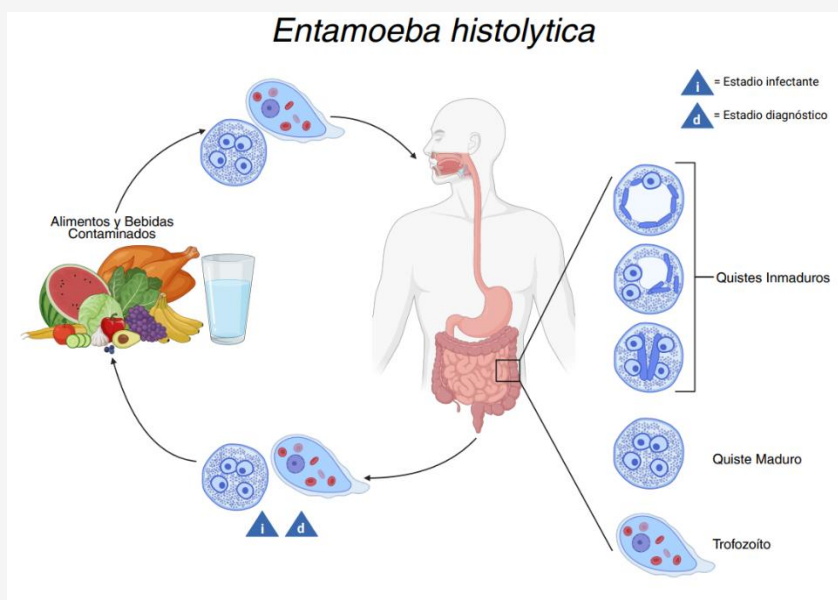
aplicables al diagnóstico parasitológico. Además, estas sesiones evidenciaron que la **competencia tecnológica y pedagógica del docente es fundamental** para maximizar el impacto de las herramientas digitales en el aprendizaje. En conjunto, la capacitación fortaleció la adopción de recursos innovadores, fomentó la motivación estudiantil y sentó las bases para un uso sostenible y continuo de las TIC en la formación de parasitología.

3) Participación estudiantil en BioRender para creación de ciclos de vida

Antes del desarrollo completo del atlas digital, los estudiantes participaron activamente en la creación de ciclos de vida de protozoarios utilizando la herramienta digital BioRender. Esta actividad permitió que los alumnos diseñaran ilustraciones precisas de las etapas morfológicas y los procesos biológicos de los protozoarios, que posteriormente se integrarían en el atlas interactivo.

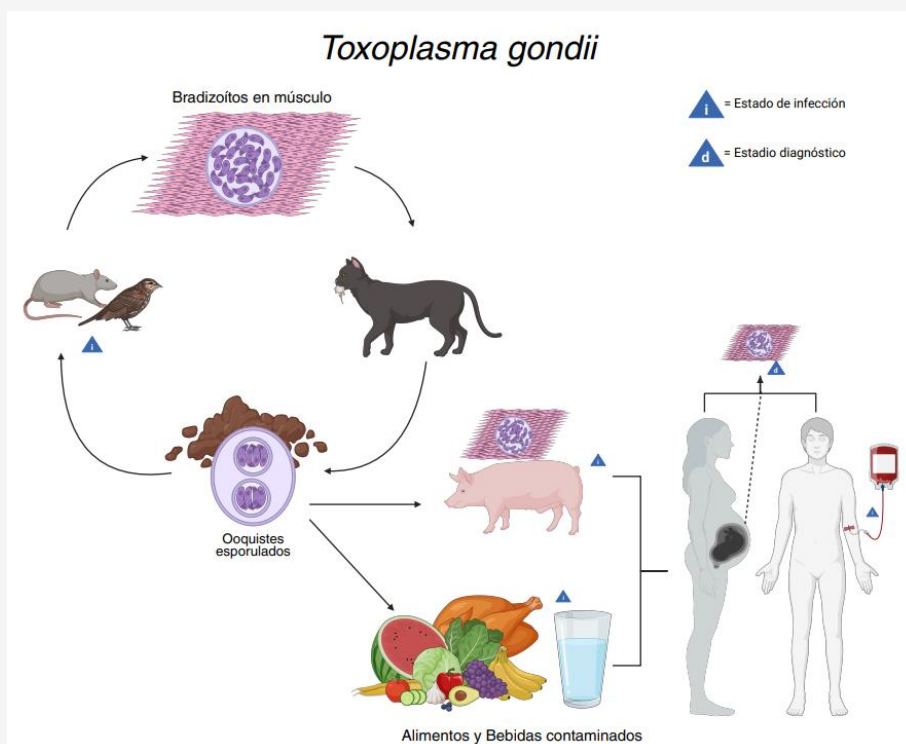
Reflexión:

La participación en BioRender fomentó la aplicación práctica de conocimientos teóricos y fortaleció la comprensión de los ciclos de vida parasitarios. Al crear ilustraciones digitales, los estudiantes desarrollaron habilidades de síntesis visual y atención al detalle, lo que contribuye a un aprendizaje más profundo y significativo. Además, esta experiencia promovió la colaboración y creatividad, integrando competencias digitales y científicas, y sirvió como preparación para la construcción del atlas interactivo, asegurando que los contenidos fueran precisos, comprensibles y visualmente atractivos para el aprendizaje autónomo y colectivo.



Resultado 2. 1Ciclo de vida de *Entamoeba histolytica* creado en BioRender por un estudiante

El ciclo de vida de *Entamoeba histolytica*, representado mediante la herramienta digital BioRender, ilustra las principales etapas del protozoo humano patógeno. El ciclo comienza con la ingestión de quistes maduros a través de agua o alimentos contaminados. Los quistes sobreviven al ambiente ácido del estómago y llegan al intestino delgado, donde enquistan liberando trofozoítos.



Resultado 2.2. Ciclo de vida de *Toxoplasma gondii* creado en BioRender por un estudiante

El ciclo de vida de *Toxoplasma gondii*, representado en BioRender, muestra las principales etapas del protozoo causante de la toxoplasmosis en hospedadores definitivos e intermediarios.

4) Uso del programa K-State

Se utilizó K-State para facilitar la memorización e identificación de estructuras parasitarias, mejorando la rapidez y precisión en las prácticas.

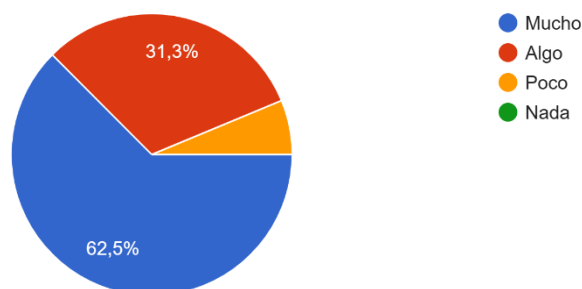
Reflexión:

El programa demostró ser un recurso eficaz para fortalecer la memoria visual y la identificación de protozoarios. Los estudiantes reportaron mayor seguridad y confianza en sus diagnósticos, evidenciando que la combinación de tecnología y ejercicios interactivos potencia tanto la comprensión teórica como la aplicación práctica en parasitología

Resultados de la encuesta de satisfacción del uso de la plataforma K-state

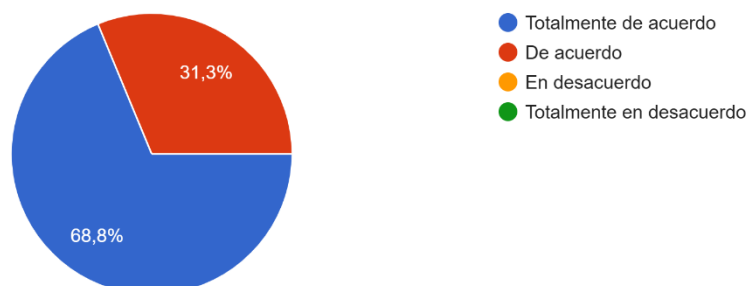
2. ¿El tutorial te ayudó a comprender mejor las características morfológicas de los protozoos?

16 respuestas



4. ¿Consideras que este recurso complementó bien las prácticas de laboratorio?

16 respuestas



5) Creación del atlas digital interactivo

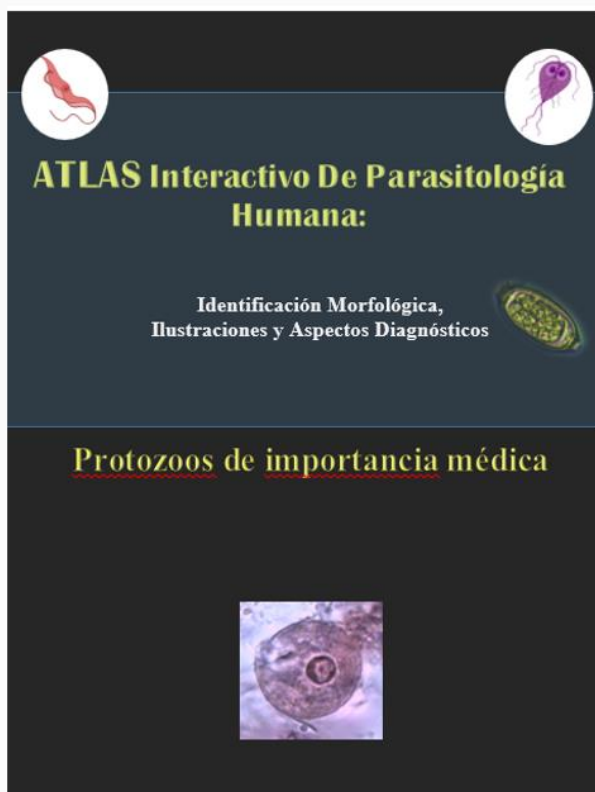
Se desarrolló un atlas digital interactivo, integrando imágenes de alta resolución, contenidos teóricos, ejercicios prácticos y retroalimentación automatizada. Este recurso promovió un aprendizaje activo, autónomo y significativo.

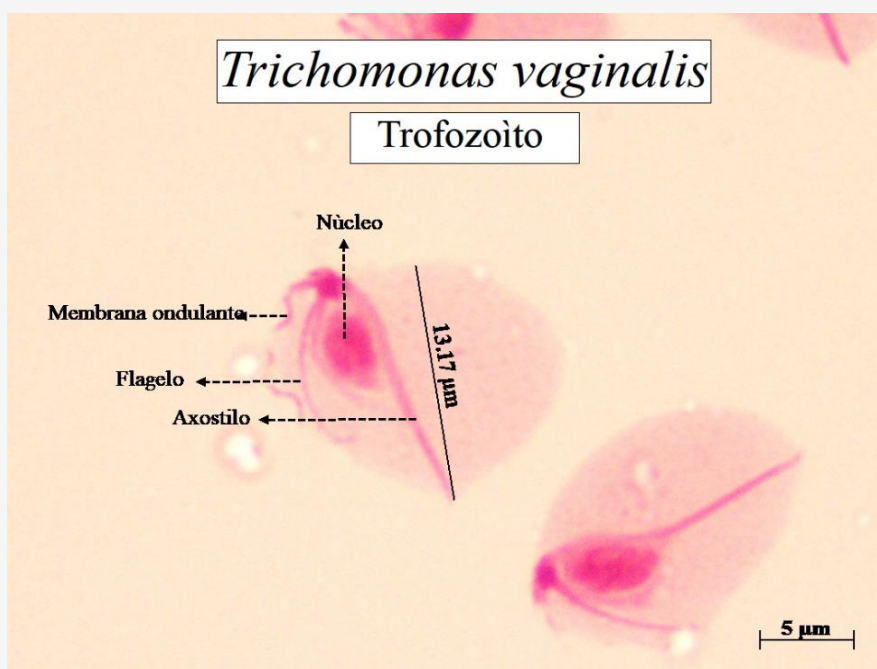
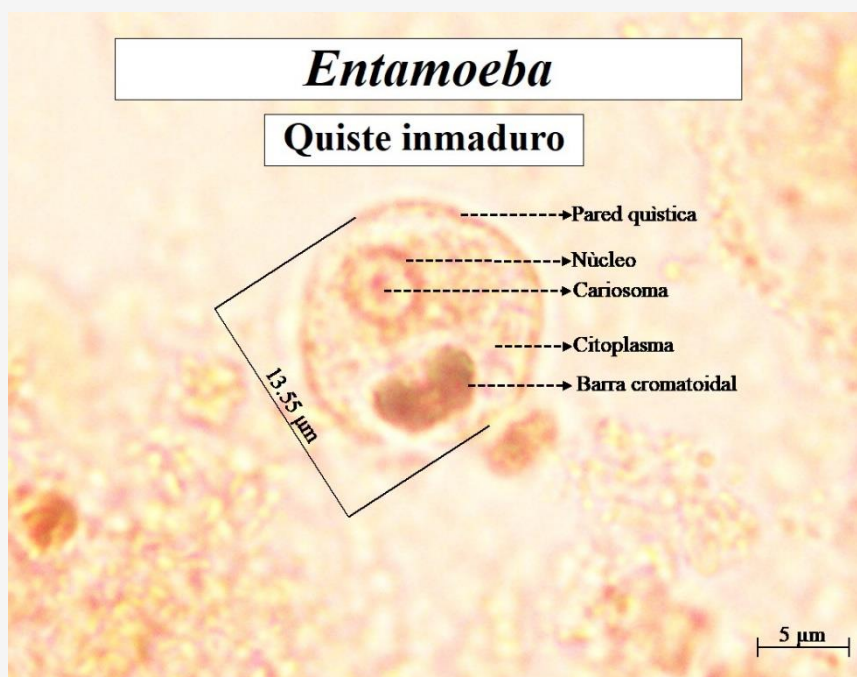
Reflexión:

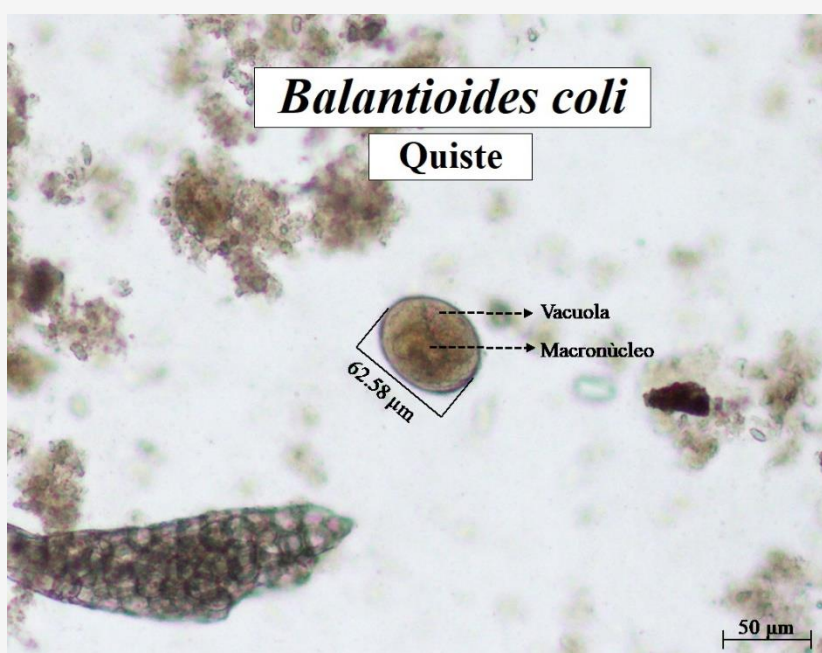
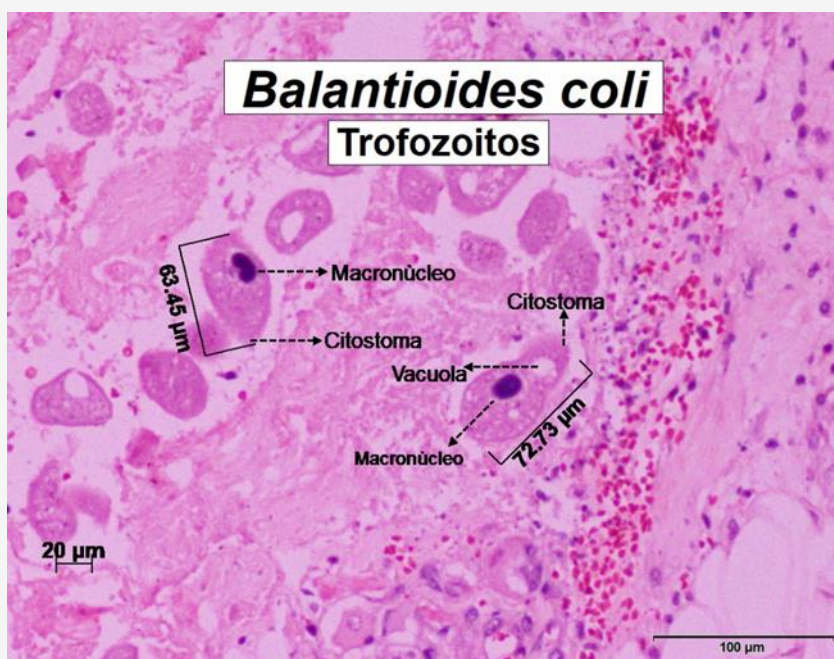
El atlas permitió a los estudiantes acceder a material de forma flexible y personalizada, favoreciendo la repetición de observaciones y la consolidación del conocimiento. Además, sirvió como un recurso sostenible y adaptable, que puede actualizarse continuamente y soportar nuevas herramientas tecnológicas, fortaleciendo competencias diagnósticas y pensamiento crítico.

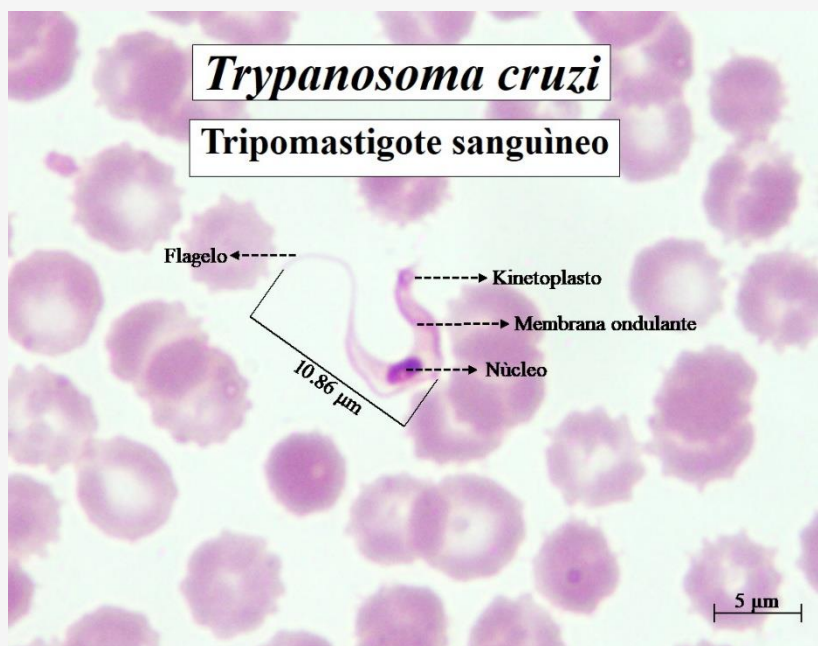
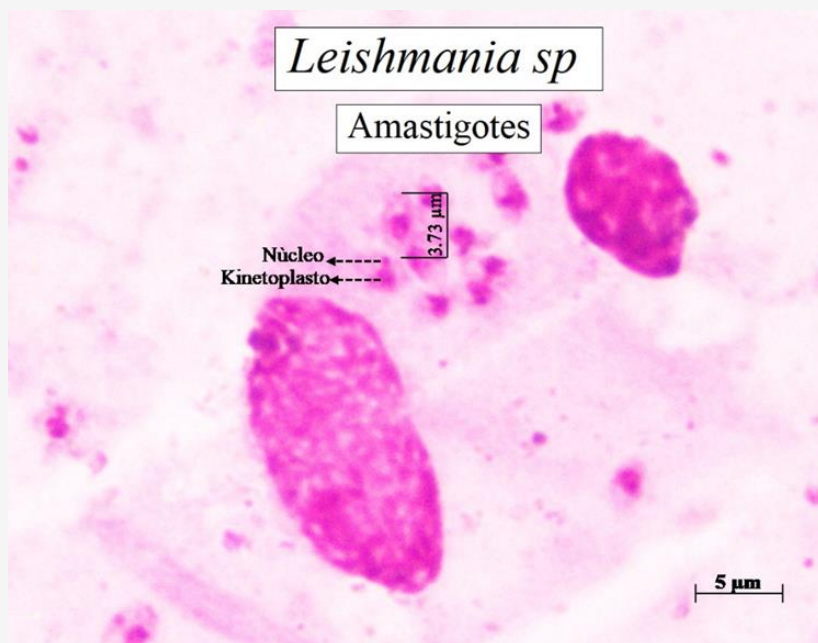


Portada y contraportada del atlas: (está en proceso de desarrollo)









2.6. Conclusiones

- La implementación del atlas interactivo digital de protozoarios, junto con microscopía digital y laboratorios virtuales, mejoró significativamente la enseñanza de la parasitología humana, superando las limitaciones del laboratorio físico y favoreciendo un aprendizaje autónomo, sostenido y actualizado.
- La participación de los estudiantes en la creación de ciclos de vida mediante BioRender y el uso de herramientas como K-State fortalecieron la memorización, precisión diagnóstica y competencias transversales, incluyendo pensamiento crítico y resolución de problemas, evidenciando que la combinación de TIC y aprendizaje activo potencia la motivación y el desarrollo de habilidades prácticas.
- La capacitación docente y estudiantil en el manejo de recursos digitales fue fundamental para la correcta integración de la tecnología en la enseñanza. Se recomienda mantener programas de formación continua y promover la incorporación de herramientas emergentes, garantizando la innovación educativa, la calidad del aprendizaje y la pertinencia de la formación en microbiología clínica y parasitología.

2.7. Referencias bibliográficas

- 1) Khoundi, M., Kuhls, K., Cannet, A., Votýpka, J., Marty, P., Delaunay, P., ... Sereno, D. (2016). A historical overview of the classification, evolution, and dispersion of *Leishmania* parasites and sandflies. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(3), e0004349. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004349>
- 2) Alvar, J., Vélez, I. D., Bern, C., Herrero, M., Desjeux, P., Cano, J., ... WHO Leishmaniasis Control Team. (2012). Leishmaniasis worldwide and global estimates of its incidence. *PLoS ONE*, 7(5), e35671. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035671>
- 3) Ash, L. R., & Orihel, T. C. (2015). *Atlas de parásitos humanos* (5ª ed.). McGraw-Hill.
- 4) BioRender. (2025). *Herramienta para creación de ilustraciones científicas*. <https://www.biorender.com>
- 5) Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2025). *Parasites – Entamoeba histolytica*. <https://www.cdc.gov/parasites/amebiasis>
- 6) Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2025). *Parasites – Toxoplasma gondii*. <https://www.cdc.gov/parasites/toxoplasmosis>
- 7) Dubey, J. P. (2010). *Toxoplasmosis of animals and humans* (2ª ed.). CRC Press.
- 8) García, L. S. (2016). *Parasitología clínica* (6ª ed.). Elsevier.
- 9) ImageJ. (2025). *Software de análisis de imágenes científicas*. <https://imagej.nih.gov/ij>
- 10) K-State. (2025). *Software educativo para identificación de protozoarios*. <https://www.ksate.edu>
- 11) Roberts, L. S., Janovy, J., & Nadler, S. A. (2018). *Foundations of parasitology* (10ª ed.). McGraw-Hill Education.



2.8. Anexos

Diplomas de participación del curso de microfotografía de los docentes y los estudiantes.

