

Artículo científico de investigación

DOI: <http://doi.org/10.15517/revedu.v48i2.58294>

Optimización del aprendizaje en Microbiología: evaluación del impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación

Optimizing Learning in Microbiology: Evaluation of the Impact of Information and Communication Technologies

Diana Gabriela Nina Nina
Universidad del Valle
La Paz, Bolivia
dianagabrielaninanina@yahoo.com (Correspondencia)
<https://orcid.org/0000-0002-4525-9273>

Aneth María Vásquez Michel
Universidad Mayor de San Andrés
La Paz, Bolivia
amvasquez1@umsa.bo
<https://orcid.org/0000-0002-3743-262X>

Recepción: 27 de febrero 2024
Aceptado: 12 de junio de 2024

¿Cómo citar este artículo?

Nina-Nina, D. G. y Vásquez-Michel, A. M. (2024). Optimización del aprendizaje en Microbiología: evaluación del impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación. *Revista Educación*, 48(2). <http://doi.org/10.15517/revedu.v48i2.58294>

Esta obra se encuentra protegida por la licencia Creativa Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



RESUMEN

Las elevadas cifras de deserción estudiantil y bajos rendimientos educativos que fueron propiciados por la pandemia del COVID-19 presentaron el desafío urgente de mejorar el nivel educativo, un reto que involucra a todos los participantes del proceso de enseñanza-aprendizaje. En este contexto, y teniendo en cuenta el rápido avance de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), diversos expertos en pedagogía sostienen que las TIC pueden contribuir a establecer un ambiente de aprendizaje didáctico y efectivo. Sin embargo, en Bolivia no existen registros sobre la implementación y el impacto de las TIC. Por tal motivo, este estudio tuvo como objetivo identificar el panorama del uso y el impacto de las TIC en una disciplina teórico-práctica como Microbiología, mediante un análisis exploratorio, cuantitativo, descriptivo y transversal de las percepciones recogidas a través de un instrumento proporcionado al estudiantado. La muestra fue conformada por 43 estudiantes de la Carrera de Bioquímica y Farmacia de la Universidad del Valle – Sede La Paz quienes cursaron la disciplina de Microbiología durante el segundo semestre del año 2022 y que aceptaron participar en el estudio firmando un consentimiento informado. Esta muestra fue seleccionada por conveniencia de manera no probabilística. Del análisis porcentual de las declaraciones del estudiantado, se pudo identificar que cerca del 75 % del estudiantado está familiarizado con la expresión TIC. Además, el 81,40 % del alumnado afirmó que el uso de TIC en las actividades académicas mejoró su rendimiento académico. Asimismo, el estudiantado refirió que en el 46,6% de los casos el plantel docente implemento las TIC. Por otro lado, el estudiantado evidencia que existe una selección adecuada de TIC en el 53,45% de los casos. Estos hallazgos confirman el impacto positivo que trae el uso de TIC en los entornos educativos. Asimismo, se sugiere realizar estudios similares para evaluar la eficacia de las diferentes herramientas tecnológicas en los procesos de enseñanza-aprendizaje actuales, con el fin de sugerir adecuaciones a las metodologías educativas y mejorar la formación integral de los futuros profesionales.

PALABRAS CLAVE: Tecnologías de la Información y Comunicación, TIC, Microbiología, Educación superior, Perspectiva estudiantil, COVID-19.

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic led to significant challenges in education, including high student dropout rates and low academic performance, prompting an urgent need to enhance educational standards involving all stakeholders in the teaching-learning process. Information and Communication Technologies (ICT) have been recognized as essential tools for creating effective and didactic learning environments. However, in Bolivia, there is a lack of documented evidence on the implementation and impact of ICT in education. Therefore, this study aimed to explore the use and impact of ICT in a theoretical-practical discipline such as Microbiology. It utilized an exploratory, quantitative, descriptive, and cross-section-

nal analysis of perceptions gathered through a survey administered to students. The sample comprised 43 students from the Biochemistry and Pharmacy program at Universidad del Valle – La Paz Campus, who studied Microbiology during the second semester of 2022 and voluntarily participated by providing informed consent. The sample selection was non-probabilistic and convenience-based. Analysis of student responses revealed that approximately 75% of students were familiar with ICT. Moreover, 81.40% of students reported that integrating ICT into academic activities had improved their academic performance. Additionally, students indicated that ICT was implemented by teaching staff in 46.6% of cases, with appropriate ICT selection observed in 53.45% of cases. These findings highlight the positive impact of ICT use in educational settings. Further research is recommended to assess the effectiveness of various technological tools in current teaching-learning processes, aiming to refine educational methodologies and enhance comprehensive professional training.

KEYWORDS: Information and Communication Technologies, ICT, Microbiology, Higher Education, Student Perspective, COVID-19.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la implementación de las TIC ha sido foco de análisis y discusión en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se han analizado las ventajas, desventajas, así como el impacto que pueden tener, dado que, después de experimentar la emergencia sanitaria provocada por el COVID-19, se evidenció de una manera abrupta problemas antes no planteados ni visibilizados dentro del ámbito educativo, como por ejemplo: ¿Cómo emplear estas herramientas digitales de manera adecuada?

Al saber que la deficiente hermenéutica tradicional era totalmente inefectiva bajo esta modalidad, se evidenció una disminución considerable del rendimiento académico y un aumento de la deserción escolar ante la falta de efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje, esto fue más evidente en disciplinas teórico-prácticas como Microbiología.

En congruencia con lo anteriormente planteado, la carente participación del estudiantado dentro de la dinámica del aula, la aparentemente baja motivación en el abordaje del contenido facilitado, el bajo rendimiento académico y la estigmatización del grado de dificultad de disciplinas con un extenso y denso contenido, como Microbiología General dentro de la Carrera de Bioquímica y Farmacia de la Universidad del Valle, Sede La Paz, constituyen una problemática visible en la formación académica de los futuros profesionales.

La desconexión identificada entre la asimilación del conocimiento facilitado y la hermenéutica pasiva de clases magistrales, propicia la búsqueda de enfoques pedagógicos y herramientas que traten de eliminar esta brecha al considerar a las TIC como un posible aliado eficaz.

Pese a que ya se contaba con TIC con mucha antelación, su uso en instituciones de Educación Superior comenzó a ser más común en la primera década del 2000, además, su implementación en Latinoamérica fue bastante desigual debido a las diferencias entre los contextos socioeconómicos y políticos. A pesar de estos inconvenientes, su implementación y uso demostró ser muy benéfico, pues generaba espacios virtuales de libre acceso para una amplia gama de contenidos educativos, a pesar de que parezca limitar la interacción entre participantes, esto puede ser contrarrestado por una mejor gestión de la comunicación entre las personas involucradas. Otra de las ventajas que se evidenció con estas herramientas es que promovía el desarrollo de autonomía y gestión de tiempo en el alumnado, tornándolos participantes activos en su proceso de aprendizaje (Castro et al., 2020).

Tras reflexionar acerca de estos eventos y tras considerar que uno de los retos impuestos a las Instituciones de Educación Superior fue y es el tener que contribuir de una manera innovadora a la práctica educativa, el alcance de este reto puede ser facilitado con la incorporación de herramientas TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje, al considerar que las TIC se distinguen por tener un carácter inductivo que facilita su manejo, además de una interfaz llamativa e interactiva que brinda una alternativa entretenida y atrayente en el aprendizaje para el estudiantado (Flores-Tena et al., 2021; Prescilla-Ledezma, 2017). Son consideradas por varios autores como un pilar esencial en el proceso de innovación educativa (Flores-Tena et al., 2021; Prescilla-Ledezma, 2017).

Desde el punto de vista educativo, las TIC elevan la calidad del proceso educativo al derribar las barreras de espacio y tiempo, facilitan un ambiente de interacción y colaboración entre las personas involucradas, en el cual la presencialidad física puede ser reemplazada con actividades virtuales sincrónicas o asincrónicas (Prescilla-Ledezma, 2017).

Al examinar las asociaciones del uso de TIC con el desarrollo de buenas prácticas educativas para alcanzar un proceso de enseñanza-aprendizaje eficaz planteado anteriormente y tras considerar la problemática inicialmente expuesta, el objetivo del presente estudio consiste en identificar el panorama general acerca de la implementación y uso de TIC en la disciplina de Microbiología General de la carrera de Bioquímica y Farmacia de la Universidad del Valle (UNIVALLE), ubicada en La Paz, Bolivia, a través de la compilación de las percepciones facilitadas por el estudiantado perteneciente al segundo semestre de 2022.

Además, tiene como objetivos específicos: 1) Identificar el grado de comprensión del estudiantado frente al término TIC. 2) Estimar la frecuencia de uso de las TIC por parte del alumnado y el plantel docente. 3) Evaluar la apreciación del estudiantado con relación al impacto del uso de TIC en su desempeño académico. 4) Registrar cuales son las herramientas digitales comúnmente usadas dentro de la disciplina de Microbiología General. Se considera que no hay registros de estudios similares que hayan sido realizados con anterioridad en Bolivia, a pesar de la relevancia que posee para optimizar

las estrategias educativas. Mismas que puedan generar un aprendizaje significativo y efectivo en disciplinas troncales y esenciales como Microbiología en la formación de un Bioquímico-farmacéutico competente que pueda suplir las demandas del mercado laboral.

A continuación se describe la estructura de esta investigación: marco teórico que facilita la comprensión del contexto con relación al uso de TIC en Bolivia y presenta el impacto que pueda traer su inserción en el proceso de enseñanza aprendizaje en el área de Educación Superior. La metodología describe el enfoque de este estudio, tanto el diseño de la investigación, la técnica e instrumento usado para la recopilación de información y la descripción de la población muestral. El análisis de los resultados y la respectiva discusión a través de las percepciones colectadas. Finalmente, se presenta las conclusiones acerca de la determinación del panorama de uso de TIC en este ámbito educativo y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la población muestral.

Marco teórico

Bolivia se caracteriza por contar con una infraestructura de telecomunicaciones y TIC de alto costo, baja calidad y que se restringe a una parte de la sociedad. Esto se debe a una baja inversión en la infraestructura de transporte masivo de señales, que apenas es cubierta por la Empresa Nacional de Telecomunicaciones (ENTEL), esta alquila su infraestructura a los demás operadores de telefonía, lo que restringe su alcance a ciudades o centros urbanos en crecimiento y deja de lado a las poblaciones rurales alejadas (Campero, 2016). Sin embargo, de acuerdo con el Plan de Desarrollo Integral de Educación 2016-2020 establecido por el Estado boliviano, en el cual se establecen objetivos, lineamientos y estrategias que abordan la formación integral, inclusiva y de calidad, el gobierno boliviano pretende potenciar la innovación, inclusión y las TIC, acciones que se alinean con la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible aprobada por líderes mundiales en 2015 en la Cumbre de las Naciones Unidas (Manzanilla-Granados et al., 2023).

Además, es importante recalcar que las transformaciones en las prácticas educativas están estrechamente asociadas a las situaciones contextuales que afronta cada país. Dichas prácticas modifican continuamente, se innovan y reinventan de acuerdo con las necesidades de la sociedad (Manzanilla-Granados et al., 2023). De la misma manera, los diferentes gobiernos mundiales reconocen la existencia de una estrecha vinculación entre la innovación y el desenvolvimiento de TIC. Este hecho los impulsa a proponer en sus agendas públicas y planes de desarrollo un fortalecimiento del desarrollo de TIC, ya que es una pieza fundamental en la sostenibilidad de los estados (Campero, 2016).

Asimismo, en los últimos años se evidenció una aceleración insólita de los cambios pedagógicos a nivel mundial. Esta fue incitada por la emergencia sanitaria del COVID-19, al propiciar de manera obligatoria la adaptación de habilidades tecnológicas para contrarrestar el incremento de la deserción estudiantil y la disminución en el rendimiento académico (Nuñez-Ramírez et al., 2021).

El actual enfoque educativo basado en competencias promueve un cambio de las estrategias empleadas por el plantel docente para el desarrollo de competencias integrales y transversales, que brinden al estudiantado la capacidad de desenvolverse ante cualquier situación y resolver cualquier problema que se les presente de manera eficaz y eficiente. Para tal fin, diversos autores plantean el uso de estrategias basadas en aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, la gamificación y el uso de TIC para alcanzar dichas metas (Flores-Tena et al., 2021; Prescilla-Ledezma, 2017).

Además, en la actualidad, es recomendado que el plantel docente establezca prioridades y aborde apenas las ideas críticas y conceptos fundamentales que son repetitivos dentro del contenido de la disciplina y que son aplicables a una variada gama de situaciones para que pueda abarcar una menor cantidad de contenido, pero de manera profunda y crítica. Se evita, de este modo, abrumar al alumnado con un exceso de información, a la vez que desarrollan capacidad de análisis complejo, crítico y analítico (Merkel, 2016).

Simultáneamente, el término buenas prácticas, en el ámbito de la pedagogía, ha ganado popularidad debido a su impacto en la sociedad. Está estrechamente relacionado con prácticas efectivas y con el uso de estrategias consideradas innovadoras para alcanzar mayores rendimientos académicos y proporcionar satisfacción a las personas involucradas, utilizando las TIC. Sin embargo, el término innovador no es adecuadamente empleado, ya que en este contexto se refiere a situaciones poco frecuentes en lugar de a eventos genuinamente nuevos como señala Zabalza (2012).

Es importante aclarar que no existen buenas prácticas universales dentro del ámbito educativo, ya que estas pueden o no ser efectivas de acuerdo con el contexto y las variables involucradas como: la población objetivo, el contexto socioeconómico y cultural y las experiencias pasadas que predisponen la aceptabilidad o no de las acciones realizadas por el plantel docente (Zabalza, 2012).

Dentro de este marco, varias buenas prácticas poseen características comunes como: la interdisciplinariedad, multiculturalidad y el carácter internacional. Pero al mismo tiempo, estas prácticas pueden cambiar de según el entorno y las circunstancias (Zabalza, 2012). De acuerdo con la propuesta del BIDDH (Bureau des institutions démocratiques et des droits de l'homme) refieren que el análisis de las buenas prácticas se basa en 5 dominios: 1) leyes, normas y recomendaciones; 2) prácticas educativas y enfoques de enseñanza que visan enriquecer el espacio de aprendizaje; 3) instrumentos didácticos y pedagógicos; 4) especialización y capacitación profesional de los facilitadores de conocimiento y 5) metodologías e instrumentos de evaluación (Zabalza, 2012). Al analizar el enfoque que brinda el BIDDH se puede resaltar la importancia de los instrumentos pedagógicos empleados en el proceso de enseñanza-aprendizaje como las TIC. Estas influyen y generan gran impacto al desarrollo de buenas prácticas educativas en cualquiera de los niveles de formación.

Algunos criterios que son tomados en cuenta para considerar una práctica educativa como una buena práctica pedagógica son: que sea innovadora, genere una mejora en los resultados, posea fundamentación científica, además, esta debió sufrir algún proceso de evaluación que la señale como efectiva, sin olvidar que al satisfacer las necesidades de las personas involucradas generan un impacto social en diferentes niveles (Zabalza, 2012).

Asimismo, la calidad, cantidad y eficiencia de los recursos educativos empleados son factores importantes en el desarrollo de las buenas prácticas pedagógicas por parte del plantel docente (Zabalza, 2012). En la actualidad, se cuenta con una amplia variedad de herramientas TIC de acceso abierto que permiten dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, el desafío está en utilizar e incorporar de manera adecuada dichas herramientas a la estrategia educativa de cada institución, con la finalidad de mejorar la experiencia formativa del estudiantado, tratando de volverla más atractiva, amena y sencilla. Pero al mismo tiempo con un deseo de profundización del conocimiento impartido para una mejor comprensión de este (Gil-Serna et al., 2022).

A pesar de ser un poco complejo insertar las TIC al currículo, las ventajas que trae consigo son bastante atrayentes e incentivan a realizar ese esfuerzo extra. Sin embargo, el simple uso de estas herramientas digitales no garantiza el éxito del proceso, pues la finalidad de estas y la utilización del aprendizaje invertido fuera del aula es liberar el tiempo de instrucciones, que pueden ser llevadas a cabo en la virtualidad, para que dicho tiempo sea usado para enfoques más interactivos y de mayor provecho (Fahnert, 2016; Flores-Tena et al., 2021).

Otro de los beneficios que se puede obtener del uso de las TIC y el desarrollo de actividades de investigación asíncronas es que son capaces de promover el aprendizaje auténtico. Este está basado en la realización de actividades relacionadas con la investigación, en las cuales el estudiantado es responsable de realizar diseño experimental, análisis de datos y la presentación de una investigación inédita, logrando poner en práctica muchos de los métodos de laboratorio abordados dentro de la disciplina dentro de sus investigaciones para el alcance de sus objetivos (Fahnert, 2016).

El aprendizaje auténtico, en muchos casos, ha generado el desarrollo de otro tipo de competencias no planificadas inicialmente como: la capacidad de difusión de conocimiento a través de la divulgación científica y la capacidad de gestión de proyectos de manera colaborativa, un ejemplo de esto es la competencia mundial de Biología sintética IGEM (International Genetically Engineered Machine). En esta se alienta a cada participante a desarrollar modelos de negocios para sus proyectos, en muchos casos a partir de estos surgen varias empresas exitosas (Fahnert, 2016). Además, fortalecen sus conocimientos en buenas prácticas de laboratorio, bioseguridad y ética, desarrollando, inclusive conciencia social al plantear posibles soluciones a problemáticas latentes dentro de la sociedad y al proporcionar interacción con la población, lo que promueve la adquisición de habilidades tecnológicas en el ámbito TIC, de modo que este estudiantado es considerado altamente empleable (Fahnert, 2016).

METODOLOGÍA

Enfoque

El presente estudio tuvo un carácter exploratorio, cuantitativo, cuasi-experimental, transversal y descriptivo, con una perspectiva interpretativa.

El estudio se considera exploratorio debido a que se busca conocer la situación actual del uso de TIC en disciplinas teórico-prácticas como Microbiología General, a través de las apreciaciones de la población muestral. Asimismo, se busca conocer el impacto del uso de TIC como herramienta colaborativa para una mejor asimilación del contenido facilitado.

El estudio es considerado cuantitativo por presentar cifras porcentuales de una población muestral que podría ser parcialmente representativa de la población total de universidades privadas que comparten similitudes organizacionales, estructurales y socioeconómicas.

El carácter cuasiexperimental atribuido al estudio es porque la muestra de estudio no fue seleccionada de forma aleatoria, ya que se realizó una preselección previa al incorporar criterios de inclusión como: el haber cursado o el estar cursando la disciplina de Microbiología en el punto temporal del segundo semestre de la gestión 2022. Sin embargo, es importante resaltar que este estudio es apenas observacional.

Para la recolección de información se empleó un muestreo por conveniencia no probabilístico a partir de la disponibilidad del estudiantado, el cual cursó la disciplina de Microbiología general en el periodo de tiempo desde julio a diciembre de 2022. Para tal fin, el docente de la disciplina facilitó un cuestionario elaborado con la plataforma Google Forms, como herramienta de recolección de informaciones durante el periodo de clases teóricas de la disciplina en el mes de octubre de 2022.

La importancia de este tipo de estudios radica en que ayuda a evaluar la importancia de usar las TIC y diferentes tipos de estrategias dentro del ámbito educativo para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además de ser útil para los investigadores al brindarles informaciones inéditas en esta área de estudio.

Unidades de análisis

La técnica de muestreo fue por conveniencia y no probabilística, de acuerdo con la disponibilidad de personas con las que se contó para formar parte de la muestra en nuestro intervalo de recolección de datos, que correspondió a un mes (octubre, 2022). La población de estudio estuvo conformada por 43 personas de la comunidad universitaria que cursaron la disciplina de Microbiología General el segundo semestre de la gestión 2022, desde el mes de julio hasta el mes de diciembre del año 2022, los cuales pertenecían a la carrera de Bioquímica y Farmacia de la Universidad del Valle – Sede La Paz.

En esa misma línea, los criterios de inclusión del estudio que se plantearon fueron: 1) Haber cursado o estar cursando la disciplina de Microbiología General. 2) Ser parte de la comunidad universitaria de la Carrera de Bioquímica y Farmacia. 3) La aceptación del consentimiento informado.

El cuestionario que fue facilitado a las personas participantes estaba compuesto por una sección de consentimiento informado y una sección correspondiente al sondeo de las apreciaciones de la comunidad estudiantil con respecto al uso de las TIC dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina, la cual fue respondida de manera voluntaria y anónima.

Técnicas de recolección

Para la recolección de información se elaboró un cuestionario como instrumento colector de percepciones del alumnado respecto al uso de TIC en el ámbito educativo en el que se desenvuelven. Este estuvo basado en el instrumento empleado por el estudio de [Prescilla-Ledezma \(2017\)](#). No obstante, el instrumento usado en el estudio fue también validado por el juicio de 3 personas con experiencia en el ámbito educacional, mediante el método de agregados individuales usando la escala de Likert.

Este instrumento fue proporcionado, en el mes de octubre de la gestión 2022, al plantel docente de la disciplina de Microbiología de la Universidad del Valle para que, posteriormente, sea respondido por el alumnado en el horario de clases teóricas.

Este instrumento estaba conformado, primeramente, por una sección de consentimiento informado, seguida por una sección conformada por 6 preguntas de opción múltiple y pregunta de carácter abierto, tal y como se puede evidenciar a continuación.

Sección 1: Consentimiento Informado

- El objetivo de esta información es ayudar a la población en general a entender la importancia de la implementación y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación dentro del proceso enseñanza-aprendizaje.

- La información que nos brinde será tratada de manera confidencial y anónima. En ningún caso sus respuestas serán presentadas acompañadas de su nombre o de algún dato que lo identifique.

- Su participación es totalmente voluntaria y puede darla por terminada en cualquier momento. Asimismo, puede plantear todas sus dudas respecto a la investigación antes, durante y después de su participación al e-mail...

- La información que nos pueda brindar será de gran ayuda.

Sección 2: Preguntas

- ¿Acepto participar en esta investigación?

- Indique la Universidad a la que pertenece.

1. ¿Usted conoce el significado de la expresión Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)?

2. ¿Los docentes que imparten la disciplina de Microbiología utilizan recursos tecnológicos durante el proceso de enseñanza-aprendizaje?

3. ¿Usted utiliza recursos tecnológicos para realizar los trabajos y las actividades asignadas por los docentes?

4. ¿Considera que el uso de herramientas tecnológicas ha coadyuvado para una mejora en su rendimiento académico?

5. ¿Según su punto de vista y su experiencia, considera que dentro de la disciplina de Microbiología que cursa se disponen de las herramientas digitales adecuadas para mejorar la calidad de sus aprendizajes?

6. ¿Según su experiencia dentro de la disciplina de Microbiología los docentes que imparten las clases utilizan herramientas tecnológicas para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje?

7. ¿Conoce algunas plataformas para el desarrollo de clases y plataformas para la transmisión de clases en vivo?

El instrumento estuvo enfocado en los siguientes aspectos:

- Determinación del grado de conocimiento, implementación y uso de TIC dentro de la disciplina de Microbiología según la percepción del alumnado.
- Estimación del impacto del uso de TIC dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Estimación del grado de aceptación por parte del plantel estudiantil y docente del uso de TIC dentro de las actividades del currículo de la disciplina.

El análisis de la pregunta de carácter abierto se realizó a través de un estudio de las respuestas, lo que implicó leerlas, clasificarlas y agruparlas según su semejanza para posteriormente presentarlas en categorías y expresarlas como sus contrapartes (preguntas cerradas).

Procesamiento y análisis de datos

Para el análisis de las informaciones colectadas, se realizó un análisis descriptivo y exploratorio a partir de una base de datos en Excel, importando los datos facilitados por el instrumento. Para todas las preguntas contempladas con respuesta de selección múltiple y la respuesta abierta se analizó mediante el cálculo de porcentajes, estos adicionalmente fueron expresados en tablas y gráficas circulares mediante el uso del software GraphPad Prism versión 8,0 para identificar tendencias y patrones de uso e impacto de las TIC dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina de Microbiología General en la población estudiada.

Consideraciones éticas

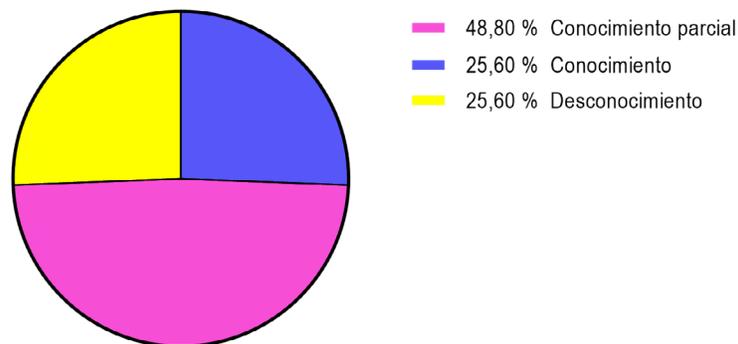
Previo a la recolección de datos, se indicó al estudiantado que el llenado del cuestionario tenía un carácter voluntario y anónimo; también, que para poder ser parte de este estudio inicialmente debían brindar su consentimiento seleccionando dicha opción, la cual estaba facilitada dentro del cuestionario, además, en esa sección se les aseguraba que los datos obtenidos serían utilizados estrictamente con fines académicos.

RESULTADOS

Al estimar el grado de familiaridad de la expresión TIC por parte del estudiantado, se apreció que el 25,60 % afirmó que conocía el significado de dicha expresión, 48,80 % tenía un conocimiento parcial sobre su significado y el 25,60 % restante refería que desconocía su significado, tal y como se puede evidenciar en la [Figura 1](#). Estas informaciones son muy relevantes para identificar si el estudiantado es capaz de asociar las herramientas digitales educativas (hardware, software, internet) con las que conviven cotidianamente con la expresión TIC. Dichos resultados son muy alentadores porque se evidencia un considerable grado de familiaridad con esta terminología.

Figura 1.

Determinación del grado de entendimiento de la expresión Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC)



Nota. Resultados expresados en valores relativos

Fuente: Elaboración propia.

Tras tener claro el grado de familiaridad acerca de la terminología TIC, se estimó según la percepción estudiantil el grado de uso de las TIC (hardware, software, internet) por parte del plantel docente dentro de la disciplina de Microbiología General, evidenciándose que 13,99 % usa continuamente las TIC en sus actividades educativas, 32,57 % las utiliza frecuentemente, 46,45% las emplea con baja frecuencia y 6,99 % se abstiene de usarlas, tal y como se puede observar en la [Tabla 1](#).

Por otro lado, según la autopercepción del estudiantado ([Tabla 1](#)), se estimó que 34,90 % del estudiantado indica que emplea TIC constantemente en su proceso de aprendizaje, 30,20 % las utiliza con mucha frecuencia, 32,60 % asevera que las usa ocasionalmente y 2,30 % no las incorpora dentro de sus actividades educativas. Estas últimas estimaciones son algo peculiares, pues la sociedad actual se caracteriza por estar inmersa en el mundo digital debido a que es una gran fuente de conocimiento actualizado; tal vez lo que acontece realmente es una baja comprensión de los elementos que conforman las TIC.

El impacto generado por el uso de las TIC dentro de la disciplina de Microbiología General es un punto relevante, pues nos sugiere la conveniencia o no de su implementación y su uso continuo para una mejora del proceso educativo. Se logra evidenciar a partir de la opinión estudiantil (Tabla 1) que 30,20 % cree que su uso es muy benéfico para un progreso de su aprendizaje y por consecuencia de su desenvolvimiento académico, 51,20 % posee una percepción similar, ya que indica que frecuentemente su uso llevó a la obtención de un ascenso en su rendimiento académico, 16,30 % refiere que esto acontece ocasionalmente y 2,30 % cree que esto no acontece.

Sin embargo, es importante resaltar que la existencia de una relación causa-efecto entre uso de TIC y la identificación de un aumento en el rendimiento académico está condicionado por el uso de TIC apropiadas para la consolidación de conocimientos y desarrollo de competencias. Si dicha selección no es adecuada, no se pueden propiciar mejoras e inclusive se puede evidenciar un bajo nivel de comprensión del contenido abordado, por tal motivo se estimó la existencia o no de una apropiada selección de TIC dentro de la disciplina, se evidencia (Tabla 1) que 18,58 % del alumnado refiere que dentro de la disciplina siempre se dispone con TIC aptas, 34,87 % indica que esto acontece frecuentemente, 41,86 % asevera que esto es poco usual y 4,70 % considera que esto no acontece.

Tabla 1.

Estimación sobre la apropiada selección de TIC, la frecuencia de su uso e impacto

Variables	Frecuencia			
	Siempre	Frecuentemente	Alguna vez	Nunca
Grado de uso de TIC por el plantel docente	13,99 %	32,57 %	46,45 %	6,99 %
Grado de uso de TIC por el alumnado	34,90 %	30,20 %	32,60 %	2,30 %
Impacto de las TIC en el rendimiento académico	30,20 %	51,20 %	16,30 %	2,30 %
Uso de TIC consideradas adecuadas dentro de la disciplina	18,58 %	34,87 %	41,86 %	4,70 %
Uso de TIC por parte del plantel docente para fortalecer el aprendizaje	16,28 %	53,45 %	28,28 %	6,99 %

Nota. Resultados expresados en valores relativos

Fuente: Elaboración propia.

Otra cuestión importante examinada fue la aplicación de herramientas digitales por parte del equipo docente como medida complementaria para fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje. De conformidad con la opinión estudiantil (Tabla 1), el 16,28 % considera que el equipo docente siempre se enfoca en fortalecer los conocimientos mediante el uso de herramientas digitales, 53,45 % señala que esto ocurre con frecuencia, 23,28 % señala que esto solo ocurre en ocasiones y 6,99 % no evidenció esta situación.

Además, se llevó a cabo una revisión de las herramientas tecnológicas más utilizadas en el entorno educativo, desde la perspectiva estudiantil, como se detalla en la Tabla 2. Esta tabla presenta una

clasificación en cuatro categorías: herramientas de comunicación en tiempo real, herramientas de la gestión de aprendizaje, herramientas de creación de contenido y herramientas de interacción y comunicación social. Se destaca que las principales herramientas de comunicación y gestión de aprendizaje son Zoom con un 17,90% y Teams 35,90%, respectivamente. No se evidencia una diferencia significativa en cuanto a las herramientas de creación de contenido e interacción y comunicación social. Es relevante mencionar que la [Tabla 2](#) no representa el total del plantel estudiantil, sino el total de las respuestas proporcionadas, al tener en cuenta que es una pregunta abierta, el estudiantado podía indicar más de una herramienta digital.

Tabla 2.

Estimación de las TIC más usadas

Categorías	Frecuencia				
Herramientas de la comunicación en tiempo real	Zoom 17,90 %	Google Meet 14,10 %	Discord 3,80 %	Webex 1,30 %	
Herramientas de la gestión de aprendizaje	Teams 35,90 %	Google Classroom 6,40 %			
Herramientas de creación de contenido	Canva 2,60 %	Educaplay 1,30%			
Herramientas de difusión del contenido, interacción y comunicación social	Face- book 1,30 %	Telegram 1,30%	TikTok 1,30 %	Twitter 1,30%	You- Tube 1,30%
Otros	No especificó 3,80%	Ninguna 6,40%			

Nota. Resultados expresados en valores relativos

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN

Es relevante y muy alentador identificar que cerca de tres cuartas partes de la población de estudio refería que tenía conocimiento acerca de la expresión TIC. Aunque el restante afirmaba tener desconocimiento acerca de esta terminología, es posible que solo exista una falta de asociación de dicha expresión con las herramientas tecnológicas (*hardware, software, internet*) con las que habitualmente están en contacto en su vida cotidiana. A pesar de eso, 74,40 % es una gran proporción, en comparación al 30 % relatado en un estudio realizado a estudiantes de la facultad de medicina de la Universidad de Panamá Campus Octavio Méndez Pereira ([Prescilla-Ledezma, 2017](#)). Esta situación pudo propiciarse como una consecuencia de la emergencia sanitaria del COVID-19, que generó indirectamente una mayor difusión acerca de que son las TIC y cuáles pueden ser sus usos en el ámbito educativo.

Sin embargo, el desconocimiento de una cuarta parte de la población acerca del término TIC podría propiciar el inicio de un debate acerca de la necesidad de apertura de programas de alfabetización tecnológica en los diferentes niveles educativos, ya que para diferentes pedagogos la existencia de este evento podría interpretarse como una deficiente alfabetización tecnológica en los niveles educativos anteriores.

Por otro lado, 46,56 % del alumnado aseveró que el plantel docente introdujo el uso de las TIC como una práctica cotidiana, como parte de sus actividades educativas. Esto nos insinúa en que, paulatinamente, se está incorporando nuevas herramientas a la hermenéutica de enseñanza, este es un evento muy estimulante que impulsa a continuar integrando herramientas y metodologías que propicien mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Aunque la identificación de un valor inferior al 50 %, podría interpretarse como un indicador de baja incorporación de metodologías innovadoras dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, esta información es muy relevante, para las autoridades universitarias, para que a partir de ellas puedan proponer cambios en sus programas de actualización docente, con la finalidad de cambiar este escenario.

De acuerdo a lo establecido por [Panizo \(2020\)](#), la importancia de la utilización de TIC por parte del plantel docente radica en que estas mejoran el desenvolvimiento académico. Este evento debe ser reflexionado por las autoridades pertinentes con la finalidad de impulsar un mayor apoyo a estas propuestas, ya sea por medio de una mayor inversión económica o la elaboración de políticas públicas que apoyen dichas mejoras.

De igual manera, el análisis acerca del uso de TIC por parte del alumnado es esencial para lograr entender el impacto de las herramientas tecnológicas dentro del proceso enseñanza-aprendizaje. De acuerdo con sus propias declaraciones, el 65,10 % de los encuestados refiere la utilización de TIC en el ambiente educativo es algo habitual que acontece con alta frecuencia, aunque 32,60 % señala que solo emplea TIC en pocas ocasiones y el porcentaje restante afirma que nunca emplean TIC. Este perfil de uso de TIC es similar al relatado en el estudio de [Prescilla-Ledezma \(2017\)](#), en el que evidenciaron que cerca del 52 % afirma que siempre hacen uso de recursos tecnológicos para la realización de sus actividades educativas. La relevancia de este indicador se encuentra en que existe aún cerca de un tercio del estudiantado que no conoce los beneficios del uso de TIC para eficientizar su aprendizaje y la realización de sus actividades académicas. Lo que podría impulsar el planteamiento de una serie de seminarios de libre acceso a la población estudiantil en los cuales se aborde los beneficios y precauciones del uso de TIC en entornos académicos y fuera de ellos.

Al complementar esta información, conforme el estudio de [Prescilla-Ledezma \(2017\)](#), el 76 % de los encuestados sostiene que experimentaron un progreso en su rendimiento académico al incorporar las TIC en su proceso de aprendizaje. Este dato es significativo, ya que presenta las ventajas que implica el uso de las TIC como la mejora en el desenvolvimiento académico. En el presente estudio, el

panorama es similar, pues cerca del 81,4 % de los encuestados refiere que el uso de TIC tiene un impacto positivo en su aprendizaje, este es un hecho que se refleja en el aumento de su rendimiento académico. El estudio de Flores et al. (2016) también refiere que el uso de herramientas digitales como videotutoriales aumenta significativamente el aprendizaje del estudiantado, además de optimizar el tiempo de interacción entre estudiantes y docentes, así como la dinámica de las actividades prácticas.

Los principales aportes que brindan las TIC al proceso de enseñanza-aprendizaje son: facilitar la comprensión y la profundización de los contenidos abordados, eventos que son muy importantes dentro de la disciplina de Microbiología, ya que, al disponer de un contenido bastante extenso para un periodo de tiempo limitado, el uso de TIC fortalecería y optimizaría el aprendizaje. Además de fomentar la adquisición de conocimientos y el desarrollo de competencias, así como favorecer el desarrollo de autonomía y autogestión en estudiantado (Prescilla-Ledezma, 2017).

La selección adecuada de TIC es crucial para lograr mejoras significativas en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El éxito o fracaso en alcanzar las metas educativas depende en gran medida de esta selección. Al seguir este razonamiento, se estimó la frecuencia con la que se emplean TIC adecuadas dentro de la disciplina. Según el alumnado, el 53,45 % indica que se emplean muy frecuentemente, el 41,86 % señala que esto ocurre solo en algunas ocasiones y el 4,70 % restante afirma que no sucede. Dichas declaraciones no son semejantes con las presentadas en el estudio de Prescilla-Ledezma (2017) en el cual 43 % indica que muy habitualmente se usan TIC apropiadas, 32 % relata que esto es poco común y el 25 % restante indicó que era inusual o inexistente dicho uso. Estas percepciones son bastante relevantes para las autoridades universitarias, ya que serían una guía base para futuras mejoras de la calidad educativa a partir de una apropiada selección de las TIC. Sin embargo, se debe recalcar que estos datos son derivados de percepciones subjetivas no verificables que pueden no ser completamente certeras.

El fortalecimiento del proceso de enseñanza-aprendizaje con el auxilio de TIC por parte del plantel docente es relevante, ya que estima si los resultados alcanzados dentro de la disciplina se deben a un alto, bajo o nulo fortalecimiento, generan un diagnóstico previo en el cual fundamentarnos para mejorar resultados futuros y diseñar planes de actividades educativas eficientes. A partir de los resultados, se constató que el 69,73 % del estudiantado afirma que el equipo docente persigue fortalecer este proceso mediante la utilización de TIC, mientras que el 23,28 % afirma que esto no sucede con frecuencia, de igual manera, el 6,99 % sostiene que esto no ocurre. En concordancia con este análisis, Prescilla-Ledezma (2017) constató que el 43 % de las instalaciones y los equipamientos que dispone su respectiva facultad son adecuadas para desarrollar sus clases con un estándar de calidad elevado, mientras que el 57 % restante indica que las clases carecen de las condiciones adecuadas. A pesar de que, ambos análisis no son idénticos, esto puede ser debido a las circunstancias socioeconómicas y

políticas de ambas casas superiores de estudio. Estas percepciones son fundamentales para las autoridades universitarias y podrían servir como fundamento para futuras iniciativas destinadas a optimizar la calidad educativa a través de una selección más eficiente de las TIC.

Además, tras examinar la pregunta de carácter abierto y clasificar los programas informáticos mencionados, se constató que *Microsoft Teams* es el más utilizado con 35,9 %, seguido por *Zoom* con un 17,9 % y *Google Meet* con un 14,1 %. Estas plataformas, centradas en la comunicación en tiempo real y la administración de tareas, resultaron de gran ayuda durante la pandemia al posibilitar la continuidad de las actividades cotidianas como el trabajo y la educación, en un entorno virtual y sincrónico. Dentro de los programas mencionados por el estudiantado se encuentran *Discord*, *Canva*, *Telegram*, *Twitter*, *TikTok*, *Facebook*, *Webex*, *YouTube* y *Educaplay*, la mayoría de los cuales se consideran herramientas para generar contenido y comunicarse en plataformas digitales. Sin embargo, estos últimos fueron citados en un bajo porcentaje. En concordancia, el estudio de [Sánchez-Mendiola et al. \(2020\)](#), también mencionó que los recursos tecnológicos más frecuentemente utilizados por el plantel docente de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), en el ámbito de la Educación Superior, fueron: los relacionados con el ámbito de la comunicación (75,2 %) como: *Facebook*, *Twitter*, *WhatsApp* y correo electrónico; seguidos por los asociados al trabajo académico (63,4 %) como: *Moodle*, *Google Suite*, *Google Classroom* y *Teams*; los asociados al almacenamiento (49,3 %) como ser *Dropbox* y *Google Drive*; y por último, los asociados al trabajo sincrónico (39,9 %) como ser *Skype*, *Google Hangouts* y *Zoom*. La presente información resulta beneficiosa para crear un panorama acerca de la utilización de TIC en el entorno educativo.

Entre las TIC mencionadas por el alumnado se encuentran aquellas relacionadas con la comunicación como: *Twitter*. Este medio se utiliza como herramienta de divulgación de conocimiento como se describe en un estudio realizado por [López-Goñi y Sánchez-Angulo \(2018\)](#). En dicho estudio, se menciona el éxito logrado al utilizar *Twitter* como medio para impartir un curso completo de Microbiología. Además de cumplir con su objetivo de facilitar conocimientos de manera clara, concisa e interactiva a un público particular, se constató que sus beneficios se incrementaron significativamente. Al estar presente en una plataforma de acceso abierto, el conocimiento difundido estuvo disponible para toda la comunidad. Los beneficios relatados incluyen la difusión de conocimientos, la creación de redes de contacto y la democratización del conocimiento al ser compartido sin costo adicional para la población ([Guarner y Niño, 2016](#); [López-Goñi y Sánchez-Angulo, 2018](#)).

Entre otra de las TIC mencionadas en la presente investigación se incluyen: *YouTube*, así como las plataformas de gestión de clases y trabajo académico como *Teams* y *Google Classroom*. Estas plataformas ofrecen un espacio para cargar una amplia variedad de archivos, especialmente videos, que pueden tener un impacto significativo en la mejora de la comprensión y consolidación del cono-

cimiento. Según [Fraguas-Sánchez et al. \(2022\)](#), el uso de videolecciones como material complementario en sesiones prácticas de la disciplina Tecnología Farmacéutica, Biofarmacia y Farmacocinética fue altamente beneficioso para el alumnado de acuerdo con 72% de los encuestados, este facilita la resolución de dudas y optimiza las sesiones prácticas. Este hallazgo se alinea con investigaciones previas, como las mencionadas por [Guarner y Niño \(2016\)](#).

El uso de software de gamificación, como Educaplay es considerado muy benéfico, ya que ameniza el ambiente de clases. Según lo expuesto por [Fraguas-Sánchez et al. \(2022\)](#), el uso de herramientas complementarias basadas en gamificación, como Kahoot!, es una práctica beneficiosa para el repaso de contenidos, ya que, en su estudio, más del 64 % del estudiantado manifestó que esta actividad les resulta beneficiosa para el repaso de contenidos, se señala que la interactividad de esta actividad les estimuló y mejoró su nivel de comprensión.

Es importante resaltar que, tal como señala el marco TIC-UNESCO, las principales limitaciones de la utilización de las TIC están relacionadas con la ausencia de: dispositivos digitales y conexiones de internet estables dentro de las aulas de las instituciones de Educación Superior; enfoques de evaluación; y uso de métodos didácticos de enseñanza ([Sánchez-Mendiola et al., 2020](#); [Panizo, 2020](#)). Entre otra de las problemáticas está la brecha digital existente dentro de la sociedad, las poblaciones más vulnerables son las más afectadas por las carencias materiales de dispositivos electrónicos, esto provoca desigualdades educativas dentro del alumnado ([Beltrán et al., 2020](#)). El conocimiento y comprensión de esta situación motiva a la sociedad a tener una mayor conciencia y compromiso de acción para revertir las desigualdades sociales y educativas evidenciadas.

Es esencial destacar que, después de la emergencia sanitaria del COVID-19, se evidenció un aumento en la tendencia del uso de TIC en universidades bolivianas. Lo anterior fue relatado en un estudio realizado con el plantel docente de la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, el cual abordaba el uso de TIC dentro de la formación de pregrado y refería que, de acuerdo con las opiniones vertidas por parte del equipo docente, después del confinamiento ocasionado por la pandemia de COVID-19, tanto su intención y actitud hacia el uso de TIC en sus clases se incrementó. Se identificó, además, un comportamiento planificado hacia esta tendencia y un seguimiento de normas subjetivas (presión social), reconociendo que el empleo de TIC se convirtió en parte crucial dentro de la práctica de docencia universitaria ([Nuñez-Ramírez et al., 2021](#)).

[Nuñez-Ramírez et al. \(2021\)](#) identificaron una tendencia de aumento de uso de TIC a nivel de pregrado de 35 % a 86 % del uso de medios interactivos como Zoom antes y durante el confinamiento, solo por mencionar un caso específico. Estos resultados nos demuestran que la tendencia del uso de TIC a nivel de formación de pregrado por parte del plantel docente en una universidad estatal de Bolivia sigue la corriente internacional. Sin embargo, en países emergentes se precisa de un mayor

esfuerzo para consolidar la integración de TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, hecho que no es exclusivo de las universidades estatales sino, también de las universidades privadas.

CONCLUSIONES

El estudio reveló que un 74,5 % de la población estudiantil se encuentra familiarizada con las TIC y un 81.4% experimentó un incremento en su rendimiento académico gracias al uso de TIC en sus actividades educativas, aunque solo el 46,56 % del plantel docente integra las TIC en su actividad pedagógica y el 65,1 % del estudiantado las utiliza cotidianamente. Las herramientas de comunicación en tiempo real y gestión de aprendizaje son las más empleadas. Los resultados obtenidos sugieren la importancia de incorporar estratégicamente las TIC en el currículo de Microbiología con el fin de fomentar el aprendizaje. Este estudio no solo resalta el papel fundamental de las TIC en la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje en Microbiología, sino que también abre caminos para una integración más profunda y efectiva de la tecnología en la educación superior, dando lugar a un avance hacia la excelencia educativa en la era digital.

Es de suma importancia destacar que, a pesar de que este estudio expone datos relevantes e inéditos en este campo educativo, pueden ser un punto de partida para estudios más específicos y profundos, así como para debates sobre la implementación de tácticas innovadoras para mejorar estas circunstancias. Este estudio también presenta limitaciones, tanto en cuanto al tipo de muestreo como en la subjetividad de las preguntas, que inicialmente fueron concebidas bajo la premisa de ser consideradas de fácil comprensión. Además, se podrían considerar algunas de las respuestas subjetivas debido a las percepciones personales. Sin embargo, es evidente la contribución que brinda este estudio al detectar un panorama de implementación y uso de TIC en un entorno educativo con diversas demandas por mejora, tales como las disciplinas teóricas-prácticas como Microbiología, cuyo contenido es extenso y estigmatizado sin necesidad alguna.

Se recomienda y exhorta a la comunidad académica abordar las temáticas planteadas en este estudio con el fin de identificar el estado de arte más preciso en relación a este ámbito educativo que ha sido objeto de negligencia por tantos años. Asimismo, proponer iniciativas que puedan mejorar estas condiciones, al considerar la relevancia de la formación de los futuros profesionales en salud. Es de suma importancia destacar que, aunque las acciones individuales para la implementación de TIC en este ámbito generan un cambio positivo, para alcanzar un impacto trascendental y significativo es imperativo que las autoridades universitarias implementen programas de alfabetización tecnológica para acelerar el proceso. No obstante, para detectar cambios tangibles, todas las instituciones gubernamentales deberían plantear planes de fortalecimiento estructural, accesibilidad a dispositivos electrónicos y capacitación tecnológica para que toda la población pueda beneficiarse de las ventajas de las TIC y no se limite solo a habitantes de centro urbanos en crecimiento.

Agradecimientos

Las autoras desean agradecer al M.Sc. Marcelo Román Jurado Castro, docente de la Carrera de Bioquímica y Farmacia de la Universidad del Valle, sede La Paz; y a los estudiantes de dicha casa superior de estudios que colaboraron con este estudio de forma voluntaria y desinteresada.

REFERENCIAS

- Beltrán, J., Venegas, M., Villar-Aguilés, A., Andrés-Cabello, S., Jareño-Ruiz, D. y Gracia-Soriano, P. (2020). Educar en época de confinamiento: La tarea de renovar un mundo común. *Revista de Sociología de la Educación (RASE)*, 13(2), 92-104. <https://doi.org/10.7203/RASE.13.2.17187>
- Campero, J. (2016). Infraestructura de telecomunicaciones y TIC en Bolivia. En E. Quiróz (Coord). *Bolivia digital, 15 miradas acerca de Internet y sociedad en Bolivia* (pp. 61-88). Centro de Investigaciones Sociales. <https://internetbolivia.org/wp-content/uploads/2017/05/Campero-merged.pdf>
- Castro, N., Porta, M., Ciccarelli, M., Ulloa, A. y Aguilera, M. (2020). Microbiología, nuestra trayectoria en las TIC: Taller de Informática. Experiencia docente, uso de las TIC como recursos para la enseñanza. *Revista de la Facultad de Odontología*, 14(1), 45-46. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/16322/castrorfo-1412020.pdf
- Fahnert, B. (2016). Edging into the Future: Education in Microbiology and Beyond [Avanzando hacia el futuro: educación en microbiología y más allá]. *FEMS Microbiology Letters*, 363(7), 1-7. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnw048>
- Flores, J., Tejedor, C., Celador, L., Martínez, E., Rivas, R., Mateos, P. F., Rubio, B. y Velázquez, E. (2016). Aplicación de las TICs a la enseñanza de la biotecnología microbiana: Videotutoriales pre-laboratorio para el aprendizaje de la identificación de microorganismos. En R. Herrada, M. Cutanda y A. Torres (Eds.), *Renovación pedagógica en Educación Superior* (Vol 1, pp. 410-413). Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8178240>
- Flores-Tena, M., Ortega-Navas, M. y Sánchez-Fuster, M. (2021). Las nuevas tecnologías como estrategias innovadoras de enseñanza-aprendizaje en la era digital. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24(1), 30-42. <https://doi.org/10.6018/reifop.406051>
- Fraguas-Sánchez, A., Aparicio-Blanco, J., Torres-Suárez, A., Córdoba-Díaz, D., Fernández-Carballido, A., Córdoba-Díaz, M., Barcia-Hernández, E., Negro-Álvarez, S. y Martín-Sabroso, C. (2022). Aplicación de las TIC en asignaturas teórico-prácticas del grado en Farmacia: Tecnología Farmacéutica y Biofarmacia y Farmacocinética. En L. Hernández (Ed), *Jornada Aprendizaje Eficaz con TIC en la UCM* (pp. 43-54). Universidad Complutense de Madrid.
- Gil-Serna, J., García-Rovés, L., Belda-Aguilar, I., del Campo-Moreno, R., Lucas, M., Elliott, D., Echeverría-Mayo, J., García-Palacios, P., Llamas-Matias, M., Martín-Cereceda, M., Patiño-Álvarez, B., Pérez-Uz, B., Río-Galdo, P., Serrano-Barrero, S. y Vázquez-Estévez,

- C. (2022). Empleo de formatos innovadores para el desarrollo de debates en la asignatura de Microbiología. En L. Hernández (coord.), *Jornada «Aprendizaje Eficaz con TIC en la UCM»* (pp. 199-209). Universidad Complutense de Madrid. <https://produccioncientifica.ucm.es/documentos/61fcc691a24ddb42efa26ded>
- Guarner, J. y Niño, S. (2016). Microbiology Learning and Education Online [Aprendizaje y educación en microbiología on-line]. *Journal of Clinical Microbiology*, 54(5), 1203-1208. <https://doi.org/10.1128/JCM.03176-15>
- López-Goñi, I. y Sánchez-Angulo, M. (2018). Social Networks as a Tool for Science Communication and Public Engagement: Focus on Twitter [Las redes sociales como herramienta para la comunicación científica y la participación pública: Enfoque en Twitter]. *FEMS Microbiology Letters*, 365(2), 1-4. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnx246>
- Manzanilla-Granados, H., Navarrete-Cazales, Z. y López-Hernández, P. (2023). Políticas educativas para la innovación, inclusión y TIC en Bolivia, Paraguay y Uruguay. *Educação e Sociedade*, 44, 1-18. <https://doi.org/10.1590/ES.261474>
- Merkel, S. (2016). American Society for Microbiology Resources in Support of an Evidence-based Approach to Teaching Microbiology [Recursos de la Sociedad Estadounidense de Microbiología en apoyo de un enfoque basado en evidencia para la enseñanza de la microbiología]. *FEMS Microbiology Letters*, 363(16), 1-7. <https://doi.org/10.1093/femsle/fnw172>
- Núñez-Ramírez, M., Atila-Lijerón, J., Banegas-Rivero, R. y Esparza-García, I. (2021). Predictores de la intención hacia el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) por profesores universitarios en Bolivia durante la pandemia por COVID-19. *Formación universitaria*, 14(6), 109-118. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000600109>
- Panizo, M. (2020). Competencias digitales de los docentes universitarios del área de microbiología. *Areté: Revista Digital del Doctorado en Educación de la Universidad Central de Venezuela*, 6(11), 161-197. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_arete/article/view/18516
- Prescilla-Ledezma, A. C. (2017). *Uso de las TICs como herramientas diagnósticas para la eficiencia de los aprendizajes. Una propuesta de calidad aplicada en la cátedra de microbiología* [Tesis de doctorado, Universidad de Panamá]. Repositorio Institucional Digital de la Universidad de Panamá. <http://up-rid.up.ac.pa/id/eprint/1564>
- Sánchez-Mendiola, M., Martínez-Hernández, A., Torres-Carrasco, R., de Agüerro-Servín, M., Hernández-Romo, A., Benavides-Lara, M., Rendón-Cazales, V y Jaimes-Vergara, C. (2020). Retos educativos durante la pandemia de COVID-19: Una encuesta a profesores de la UNAM. *Revista digital universitaria*, 21(3), 1-24. <http://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2020.v21n3.a12>
- Zabalza M. (2012). El estudio de las “buenas prácticas” docentes en la enseñanza universitaria. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 10(1), 17-42. <http://hdl.handle.net/11162/94744>