



## Microaprendizajes en el aula universitaria: uso de simulador virtual en el área de biología

*Microlearning in the university classroom: use of virtual simulator in biology*

 José Miguel Romero-Saritama; [jmromero@utpl.edu.ec](mailto:jmromero@utpl.edu.ec); Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)

 Carmen Llorente-Cejudo; [karen@us.es](mailto:karen@us.es); Universidad de Sevilla (España)

 Antonio Palacios Rodríguez; [aprodiguez@us.es](mailto:aprodiguez@us.es); Universidad de Sevilla (España)

 Carolina Kalinhoff; [cgkalinhoff@utpl.edu.ec](mailto:cgkalinhoff@utpl.edu.ec); Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador)

### Resumen

El cierre físico de las instituciones educativas durante la pandemia planteó nuevos retos para los autores educativos que tuvieron que adoptar sobre la marcha nuevas herramientas virtuales para su proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, el presente trabajo analiza de forma cuantitativa el uso de un simulador virtual disponible en la web como una estrategia educativa vinculada a las prácticas de laboratorio desarrolladas durante la pandemia en la asignatura de Microscopía y Microanálisis en una universidad ecuatoriana. Siguiendo las premisas de los docentes para el desarrollo de la práctica, 30 estudiantes experimentaron el manejo del simulador y contestaron a un cuestionario ad hoc, donde se evaluó tanto el uso del simulador como las competencias académicas adquiridas. Los resultados evidencian valores altos positivos en la percepción estudiantil y se concibió al uso del simulador como una experiencia interesante e innovadora. Esto discute el uso de entornos virtuales como una alternativa académica a las disciplinas con un componente práctico.

**Palabras clave:** Innovación educativa, Innovación tecnológica, microscopía digital, educación virtual, recursos virtuales.

### Abstract

*The physical closure of educational institutions during the pandemic posed new challenges for educational authors who had to adopt new virtual tools for their teaching-learning process on the fly. In this sense, the present work quantitatively analyzes the use of a virtual simulator available on the web as an educational strategy linked to the laboratory practices developed during the pandemic in the subject of Microscopy and Microanalysis at an Ecuadorian university. Following the teachers' premises for the development of the practice, 30 students experienced the use of the simulator and answered an ad hoc questionnaire, where both the use of the simulator and the academic skills acquired were evaluated. The results show high positive values in student perception and the use of the simulator was conceived as an interesting and innovative experience. This discusses the use of virtual environments as an academic alternative to disciplines with a practical component.*

**Keywords:** Educational innovation, technological innovation, digital microscopy, virtual education, virtual resources.



## 1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías digitales están acercándose a las instituciones educativas como nunca había ocurrido en la historia de la educación, y su volumen de penetración aumenta constantemente con las denominadas tecnologías emergentes (Llorente-Cejudo y Gutiérrez-Castillo, 2022). Dentro de ellas, las simulaciones virtuales se están presentando como una verdadera alternativa para mejorar la calidad de la formación en diferentes tipos de asignaturas (Moreno-Mediavilla et al., 2023).

En esta situación, se requiere realizar y poner en acción escenarios formativos cada vez más activos, que faciliten que los estudiantes desempeñen roles más significativos en sus procesos de aprendizaje. En este sentido, los laboratorios juegan un papel muy significativo, ya que permiten que los estudiantes apliquen a sistemas reales los conocimientos teóricos adquiridos (Sotelo et al., 2022; Colomo-Magaña et al., 2023), por su parte su utilización desde la modalidad virtual. Aunque no son una reproducción fiel del escenario real, constituyen una aproximación a los mismos y permiten hacer interpretaciones que ayudan a los estudiantes a conocer la realidad y hacen que el proceso de enseñanza-aprendizaje y la motivación del alumno sea lo más satisfactorio posible (Cox et al., 2022; Deveci y Kolburan, 2023).

Estos laboratorios, si bien se están comenzando a utilizar de forma amplia en la enseñanza, el confinamiento abrupto impuesto por la pandemia del Covid-19 que generó el cierre de los espacios físicos de las instituciones educativas en todos sus niveles, hizo necesario que los docentes adopten nuevas herramientas en un escenario de enseñanza remota de emergencia (Hodges y Fowler, 2020). Este cambio repentino presentó desafíos significativos para la enseñanza y el aprendizaje, especialmente en disciplinas que requieren la adquisición de habilidades prácticas, como la biología. Uno de los desafíos más apremiantes fue encontrar formas efectivas de enseñar y practicar el manejo de equipos especializados, como el microscopio óptico, en un entorno virtual.

El manejo del microscopio óptico es una habilidad fundamental para los estudiantes de biología y disciplinas relacionadas. Históricamente, se ha enseñado en laboratorios presenciales, donde los estudiantes pueden interactuar directamente con el equipo y las muestras. Sin embargo, con las restricciones impuestas por la pandemia, estas prácticas se volvieron problemáticas o incluso imposibles. Las universidades han tenido que encontrar formas creativas de mantener la formación práctica de sus estudiantes en un entorno virtual.

Bajo las circunstancias mencionadas, las tecnologías de la información, informática y comunicación (TIC), se convirtieron en la columna vertebral de las secuencias de enseñanza-aprendizaje para adaptar los entornos educativos a la nueva realidad y los simuladores virtuales han emergido como una herramienta prometedora para abordar esta problemática y preparar al estudiante en la adquisición de competencias (Palacios-Rodríguez et al., 2023; Silva-Quiroz et al., 2023; Fernández y Duarte-Hueros, 2023).

En este contexto, los simuladores y laboratorios digitales, como los microscopios virtuales, adquirieron una mayor importancia para la educación de las ciencias biológicas y biomédicas. Estos programas permiten a los estudiantes desarrollar habilidades prácticas en un entorno virtual con situaciones controladas (Romero López y De Benito Crosetti, 2020; Raman, et al., 2022), simulando de manera realista la operación de equipos y la observación de muestras. En

el caso del manejo del microscopio óptico, los simuladores virtuales ofrecen la posibilidad de adquirir habilidades esenciales de manera segura y efectiva, incluso en un entorno de aprendizaje en línea. En definitiva, han sido concebidos con el fin de permitir a los estudiantes modificar las variables de entrada y analizar las respuestas del sistema, lo que les brinda la posibilidad de llevar a cabo múltiples experimentos en un entorno seguro. Siendo de gran utilidad en los momentos de la pandemia (Kapilan et al., 2021).

El presente trabajo aborda y destaca la importancia de utilizar simuladores virtuales como una solución educativa innovadora para el aprendizaje del manejo del microscopio óptico durante la pandemia de la COVID-19. Esta propuesta se basa en un estudio empírico que evaluó la percepción de estudiantes universitarios de la carrera de Biología que se vieron obligados a realizar sus prácticas en un entorno virtual debido a las restricciones impuestas por la pandemia.

El objetivo principal de este estudio es evaluar la eficacia y la percepción de los estudiantes sobre el uso de un simulador virtual de microscopio óptico como una alternativa a la enseñanza presencial tradicional durante la pandemia de la COVID-19.

## 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1. Importancia de la Microscopía en la didáctica de las ciencias biológicas y biomédicas

El microscopio es el instrumento más versátil para la didáctica de las ciencias biológicas, ya que permite desarrollar la curiosidad, las habilidades de observación, el pensamiento crítico y el trabajo en equipo; así como también a relacionar la teoría con la práctica (Rosero-Toro et al. 2019). En el ámbito educativo, la microscopía facilita la articulación horizontal y vertical de materias en itinerarios universitarios (Speroni et al., 2015), además de motivar al estudio de ciencias y tecnologías (Bündchen et al., 2019). Así, el entrenamiento y la experticia en el manejo del microscopio óptico es imprescindible tanto para la comprensión de numerosos contenidos, como para el desempeño del futuro profesional.

### 2.2. Simuladores de microscopio

Si bien la cultura de la simulación no es algo nuevo, la misma ha crecido a lo largo de los años a pasos agigantados, haciendo que nuestra relación con los objetos simulados en las pantallas de las computadoras sea cada vez más similar a nuestra relación con los objetos reales (Cabero-Almenara y Costas, 2017), es así, que los simuladores de microscopio, o microscopios virtuales, han sido un medio para conseguir las competencias de conocimiento de diferentes asignaturas, así como también del manejo propio del equipo.

Un simulador, se define como un aparato o instrumento (físico o digital) que reproduce el funcionamiento de un sistema en determinadas condiciones, y permite el entrenamiento de quienes manejarán dicho sistema en el futuro. Las ventajas principales de los simuladores para la comprensión de procesos por parte de los estudiantes se resumen en: i) La toma de decisiones sobre que ruta tomar para resolver problemas, ii) La resolución de problemas en

ambientes controlados y seguros, y iii) La posibilidad de repetir indefinidamente la experiencia hasta conseguir la comprensión del proceso de manera clara (Santos, 2022). A estas ventajas no se le puede excluir la posibilidad que ofrecen para que los estudiantes de centros ubicados en zonas rurales puedan acceder a la realización de prácticas significativas para su aprendizaje (Alexander, 2021). Los microscopios virtuales fueron creados con tecnologías de software para permitir la visualización de imágenes digitales como si se estuvieran visualizando con un microscopio óptico (Krippendorf y Lough, 2005). Hoy en día los simuladores de microscopio basados en aplicaciones web tienen una alta accesibilidad a imágenes de buena calidad de láminas histológicas completas para cualquier usuario que tenga un dispositivo y una conexión a internet (Saco et al. 2016).

### **2.3. Experiencias de enseñanza-aprendizaje implementando simuladores de microscopio**

Los microscopios virtuales son frecuentemente valorados de forma positiva, y utilizados de forma intensiva por los estudiantes (Lara et al, 2022). En materias como histología, patología y microscopía de medicina y odontología, se ha observado una disminución del uso didáctico del microscopio óptico clásico, y una mayor aceptación de programas de aprendizaje utilizando simuladores de microscopios que incluyen tutoriales y láminas histológicas virtualizadas (Byukusenge et al., 2022). La mayoría de los estudios que comparan microscopios virtuales con microscopios ópticos en procesos de enseñanza-aprendizaje se enfocan en la percepción de los estudiantes y en el rendimiento académico en asignaturas específicas como histología, citología, patología etc.

En un estudio realizado en la Universidad de los Andes, Chile, se compararon la microscopía virtual y la microscopía óptica tradicional como dos métodos de enseñanza sobre tejido muscular en la materia histología, y se obtuvo un mejor rendimiento estudiantil y la percepción de una evaluación más justa con el método virtual (Becerra et al., 2018). La metodología de enseñanza con microscopía virtual fue aplicada también en la carrera de veterinaria en la Universidad Estatal de Colorado, y su uso en una primera fase permitió alcanzar un mejor rendimiento estudiantil en una prueba de aplicación de citología práctica utilizando microscopía óptica tradicional (Evans et al., 2020). El uso de microscopios virtuales ha permitido un mejor desempeño de estudiantes de medicina, siendo esta la modalidad de enseñanza preferida en comparación con la microscopía óptica en ocho estudios realizados entre los años 2005 y 2016 (Kuo y Leo, 2019).

Por otro lado, la adquisición de habilidades procedimentales en el manejo de microscopios mediante simuladores no ha sido extensivamente documentada, pero se ha propuesto en algunos entornos educativos. En la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD-Colombia, desarrolló un simulador de alta aplicabilidad para el aprendizaje, y elevada satisfacción estudiantil por su entorno tecnológico, y orientaciones tutoriales (Piña, 2010). Entre sus características destacan: 1) Experiencia manipulativa equivalente a la del microscopio real, 2) Posibilidad de que el estudiante se ejercite mediante la manipulación interactiva hasta adquirir las competencias de manejo del microscopio, y 3) Capacidad de resolución de problemas por parte del estudiante mediante la aplicación interactiva de los principios operativos de este instrumento (Piña 2010). De igual manera, en Brasil, un grupo de estudiantes de medicina que utilizaron un microscopio virtual durante la pandemia tuvieron una mejor percepción de

manejo, idoneidad, y efectividad del aprendizaje; en comparación con otro grupo que utilizó un microscopio óptico antes de la pandemia (Somera dos Santos et al., 2021). En la Universidad de Buenos Aires, Argentina, se diseñó e implementó un microscopio virtual como parte de un proyecto pedagógico que abarcó varias disciplinas, en respuesta a la emergencia por el COVID-19, destacando su importancia en el aprendizaje significativo (Moreira et al., 2020).

La significación que están adquiriendo el uso de los laboratorios virtuales en la formación, puede observarse en el reciente metaanálisis de investigaciones realizado por Santos y Prudente (2022), quienes encontraron una diversidad de estudios que indicaban un significativo rendimiento académico en su utilización con un efecto medio del 0,587.

Ante lo expuesto anteriormente el presente trabajo pretende abordar las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el impacto del uso de un simulador virtual de microscopio óptico en la adquisición de habilidades de manejo del microscopio por parte de estudiantes universitarios de la carrera de biología?
2. ¿Cómo afecta la percepción de los estudiantes sobre la eficacia de un simulador virtual de microscopio óptico en la adquisición de competencias académicas y digitales durante la pandemia de COVID-19?
3. ¿Existen diferencias significativas en la percepción de los estudiantes sobre la utilidad del simulador virtual de microscopio óptico en función de su género o edad?
4. ¿En qué medida la experiencia de usar un simulador virtual de microscopio óptico influyó en la disposición de los estudiantes a adoptar y adaptarse a herramientas tecnológicas en su proceso de aprendizaje en línea?

### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1. Diseño de investigación

El estudio se caracteriza por una metodología descriptiva no experimental de tipo ex post facto, es decir cuando el fenómeno ya ha ocurrido (Latorre et al., 2005), en este caso el análisis se lo realiza posterior a la ejecución de la propuesta educativa, donde, mediante la perspectiva de los participantes basado en su propia experiencia se describe y valora situaciones del evento estudiado (Leavy, 2017). Asimismo, el estudio presenta un carácter correlacional (Colomo-Magaña et al., 2020), donde se analiza la relación de variables de interés.

#### 3.2. Participantes

La muestra estuvo constituida por 30 estudiantes matriculados en la asignatura de Microscopía y Microanálisis del primer semestre de la carrera “Biología”, en su modalidad presencial de la Universidad Técnica Particular de Loja - Ecuador. El estudio se llevó a cabo durante el ciclo académico abril - agosto del 2020, tiempo que marco el inicio del confinamiento social a causa de la pandemia generada por la COVID-19. Por este motivo las clases y actividades prácticas de laboratorio se trasladaron de lo presencial a un contexto virtual. De los participantes, el 37% fueron hombres y el 63% mujeres, con un rango de edad entre 17 a 21 años, siendo la media de 18,43 años.

### 3.3. Contextualización del estudio

Como parte de las estrategias educativas para sobrellevar las clases desde la virtualidad, se presentó el reto de desarrollar materias prácticas, como es el caso de la asignatura Microscopía y Microanálisis. En esta asignatura el estudiante adquiere habilidades histológicas tales como manejo y calibración del microscopio de luz, normas de bioseguridad, métodos de tinción, preparación de muestras de células y tejidos procariotas y eucariotas, animales y vegetales, así como su examen y diagnóstico bajo el microscopio. En la Universidad Técnica Particular de Loja contamos con el apoyo de una sala con microscopios (laboratorio de microscopía), que no se pudo utilizar durante la pandemia.

El primer tema por abordar en la materia es el manejo del microscopio óptico a través de una práctica de laboratorio denominada “Conocimiento básico del microscopio óptico”. El objetivo de la práctica es conocer, manejar y calibrar el microscopio de luz. Como una alternativa a la práctica presencial a inicios de la pandemia, los docentes planteamos el uso y manejo de un simulador de microscopio que se encontraba disponible en línea de forma gratuita. El microscopio virtual que utilizamos fue creado por el Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Delaware, y estuvo disponible desde el año 2003 hasta que Adobe Inc. anunció que dejaría de distribuir y actualizar Adobe Flash Player en diciembre de 2020. Los créditos de este simulador se pueden ver en: <https://www1.udel.edu/biology/ketcham/microscope/>

Los creadores del microscopio virtual de la Universidad de Delaware, diseñaron este simulador para que los estudiantes adquirieran los principios básicos del enfoque del microscopio antes de enfrentarse a un microscopio en físico. Se buscaba disminuir el trabajo de los asistentes de laboratorio cuando grandes grupos de estudiantes que intentaban enfocar por primera vez, como se detalla en el resumen de dicho proyecto <https://www1.udel.edu/present/profiles/ketcham/index.html>. Una de las ventajas del simulador era su estructura tipo juego de fuga, donde el estudiante comenzaba con un tutorial narrado del microscopio, y procedía a interactuar con una lista de verificación paso a paso. Esta lista indicaba cuando el estudiante había tenido éxito (y podía continuar), o cuándo no se completó un paso, y era necesario entonces repetir dicho paso para poder avanzar. Todas estas características fueron consideradas adecuadas como alternativa académica para nuestra práctica virtual en tiempos de pandemia.

La metodología de trabajo de la práctica virtual “conocimiento básico del microscopio óptico” estuvo enmarcada en las actividades que se enumeran a continuación. Estas fueron presentadas a los estudiantes en un formato de informe para completar en Word:

1. Al estudiante se le pide observar el tutorial disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=1PpyAsnOWIA>
2. Se mostró una captura del inicio del Tour exploración del microscopio (Figura 1), se invitó al estudiante a ingresar al sitio web del microscopio virtual: <https://www1.udel.edu/biology/ketcham/microscope/scope.html>, y familiarizarse con sus controles. Recordándoles que, para utilizar el simulador, era necesario instalar Flash 6 plug-in (inactivo actualmente).
3. Se solicitó al estudiante resumir de forma ordenada los pasos para enfocar, y observar las láminas disponibles en el microscopio virtual, para luego comparar dichos pasos con lo visto previamente en la clase teórica.

Figura 1

Vista de los componentes del simulador de microscopio virtual. Fuente: Elaboración propia



4. A continuación, se le pidió al estudiante que siguiera todos los pasos de la lista de verificación para enfocar la letra e (primera lámina del microscopio virtual), y que tomara una captura de pantalla cuando lograra dicho enfoque.
5. El estudiante repitió el proceso de enfoque para observar la muestra de raíz de cebolla c (onion root tip) incluida dentro del simulador, con los objetivos disponibles. El estudiante realizó otra captura de la muestra enfocada, y la adjuntó a su informe.
6. Para cerrar la actividad práctica, se plantearon dos preguntas de desarrollo breve y un reto. Para responder la primera pregunta los estudiantes tenían que entender la secuencia de pasos para enfocar una muestra, ya que al igual que un microscopio óptico en físico, el simulador no permitía usar el botón macrométrico con los objetivos de mayor aumento, ya que se corre el riesgo de dañar los lentes objetivos y la muestra. Las preguntas fueron las siguientes: i) ¿Es recomendable hacer un ajuste con el botón macrométrico cuando se usan los objetivos de 40x y 100x? ¿Por qué?, ii) Enumere las dificultades que presentó al realizar la actividad. Esta pregunta fue de carácter exploratorio, para recopilar los inconvenientes y dudas que surgieron durante la actividad, y darles una retroalimentación posteriormente. El reto, fue hacer una actividad opcional de la sección try this del simulador. Esta sección solo aparecía cuando el estudiante lograba enfocar con éxito la primera muestra. Si lograba realizar el reto, se le pedía adjuntar una captura de pantalla dentro del informe. El reto consistía en realizar todo el procedimiento de enfoque con una muestra adicional que el microscopio virtual seleccionaba por defecto.

### 3.4. Instrumento para la recogida de la información

Para la obtención de datos cuantitativos y valorar la percepción de los estudiantes sobre el uso del microscopio virtual, la recolección de datos se realizó mediante un cuestionario estructurado en formato digital en la plataforma “Google Formularios”, diseñado ad hoc. El uso del cuestionario obedece al ser una de las herramientas más utilizada para la medición de percepciones (León-Pérez et al, 2020). El instrumento estuvo constituido por tres secciones

generales, 1) datos sobre los participantes, específicamente sexo y edad, 2) preguntas sobre cuestiones previa del uso de microscopios virtuales (2 preguntas) y 3) preguntas sobre la experiencia de la práctica realizada (12 preguntas). Esta última sección estuvo conformada por tres dimensiones; A) manejo del microscopio, B) académica y C) competencias digitales (Tabla 1). El cuestionario estuvo acompañado por el consentimiento informado y la declaración de anonimato de los participantes.

Las respuestas se configuraron mediante una escala de Likert de 5 puntos (1 Totalmente en desacuerdo hasta 5 Totalmente de acuerdo), en tanto otras, por su naturaleza se determinaron como politómicas (1 pregunta) y de opinión libre (1 pregunta). Los análisis de fiabilidad del cuestionario usando el alfa de Cronbach se muestran en la Tabla 1, obteniendo como promedio general 0.804 considerado como aceptable: los valores que se obtienen del Alfa de Cronbach fluctúan entre 0 y 1; cuando se obtiene un valor igual o superior a 0,70 se considera que existe una buena consistencia interna (Nunnally y Bernstein, 1995).

**Tabla 1**

*Reactivos del instrumento utilizado, acompañados por el valor del Alfa de Cronbach*

Dimensión	Ítems	Código	Alfa de Cronbach
A. Manejo del microscopio	P1. Le resultó difícil la manipulación del microscopio virtual.	P1	0,85
	P2. Logró comprender el funcionamiento del microscopio.	P2	0,79
	P3. El uso del microscopio virtual le ayudo a comprender las partes del microscopio	P3	0,76
	P4. Para comprender el funcionamiento del microscopio virtual ¿usted utilizó algún tutorial adicional?	P4	0,82
B. Académica	El uso del microscopio virtual le brindo una experiencia real de aprendizaje.	P5	0,79
	La interacción con los contenidos del microscopio me pareció un recurso educativo innovador.	P6	0,79
	El uso del microscopio virtual le permitió alcanzar con las competencias académica de la práctica.	P7	0,75
	El microscopio virtual le resultó atractivo para ser usado en la práctica realizada.	P8	0,77
C. Competencias digitales	El uso del microscopio virtual le permitió comprender más sobre tecnologías virtuales.	P9	0,76
	Cree que el uso del microscopio electrónico es una buena herramienta de enseñanza – aprendizaje en línea.	P10	0,76

Con la información obtenida se procedió a calcular los principales estadísticos descriptivos, entre ellos, la media como una media de tendencia central (..), y medidas de variabilidad siendo consideraras la desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV). Asimismo, para identificar diferencias de género y edad con la percepción, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, debido a que los datos no

obedecieron a una distribución normal (K-S sig.=.000). Finalmente, se usó el Coeficiente de Spearman para identificar correlaciones entre los ítems.

## 4. RESULTADOS

Partiendo de la información de diagnóstico, los datos revelaron que la mayoría (63%) de los estudiantes mencionaron no conocer los microscopios virtuales y más del 80% reconoció negativamente su uso en cursos anteriores (Tabla 2), lo que resultó para la mayoría de los estudiantes una experiencia nueva con simuladores virtuales como parte de sus prácticas de laboratorio.

**Tabla 2**

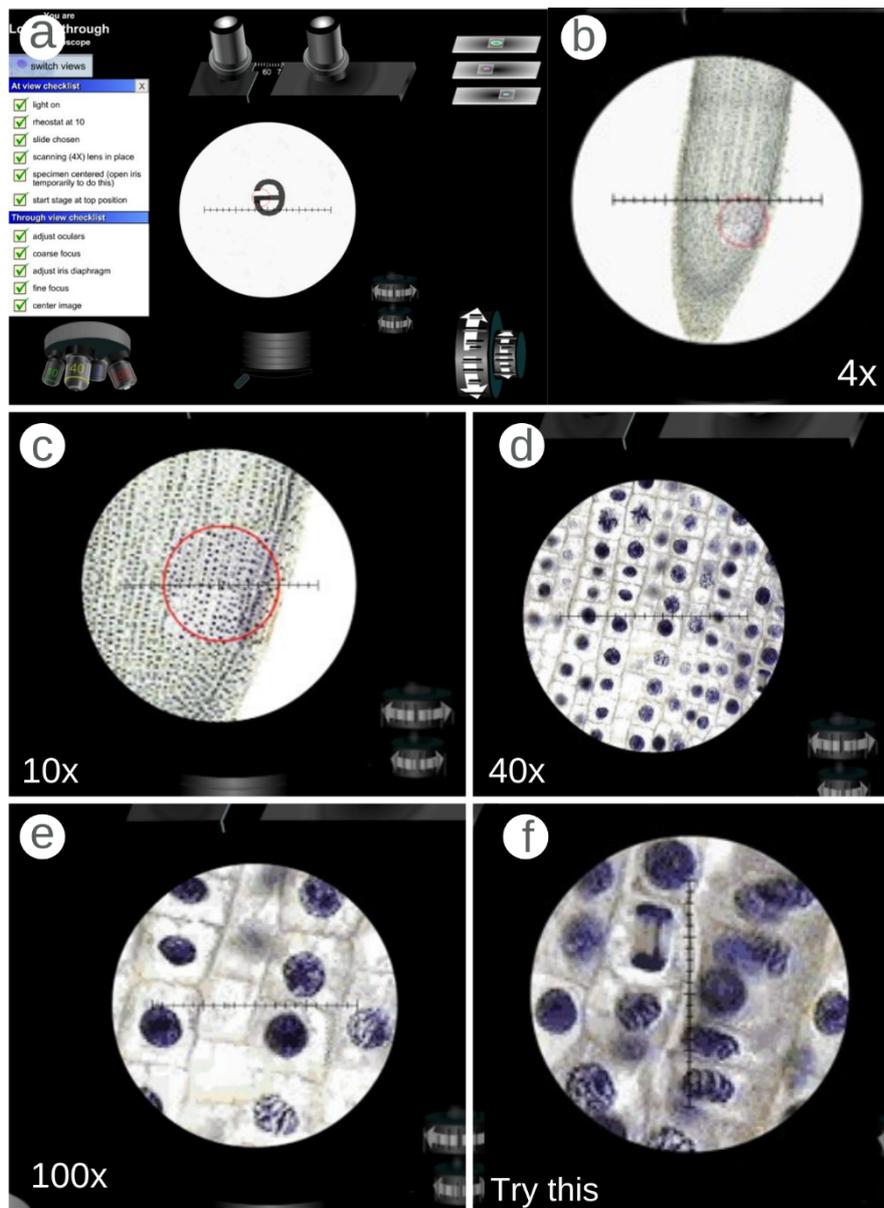
*Conocimientos previos de los estudiantes sobre los microscopios virtuales. Fuente: Elaboración propia.*

		Frecuencia	Porcentaje
Conocimiento sobre microscopios virtuales	Si	9	30,00
	No	19	63,33
	Tal vez	2	6,67
Utilización de microscopios virtuales.	Si	5	16,67
	No	25	83,33

Con respecto al trabajo realizado durante la manipulación del microscopio, los estudiantes lograron evidenciar las muestras contempladas en el mismo simulador (Figura 2). Las imágenes captadas por los estudiantes fueron incorporadas en los informes escritos presentados como parte de los productos de los resultados de aprendizajes de la práctica desarrolla. En la figura 2 se muestra ejemplos de las observaciones realizadas por los estudiantes, a) los componentes del microscopio para la manipulación de las muestras, en este caso se empezó con el enfoque de la letra e, lo que le permitió al estudiante habituarse al entorno del microscopio, b) muestra de raíz de cebolla. En las figuras c hasta la e se muestra células de la raíz de cebolla enfocadas con diferentes objetivos 10x, 40x y 100x. La figura f muestra una captura de la opción try this, que fue un proceso de enfoque opcional que hicieron algunos estudiantes.

Figura 2

Imágenes captadas por los estudiantes sobre lo observado en el microscopio virtual



Los análisis descriptivos mostraron un alto grado de aceptación a la práctica realizada mediante el simulador, obteniendo valoraciones altas positivas, con un promedio general de 4,28 sobre 5 puntos. Lo que resultó que la mayoría de los ítems alcancen valores mayores a la media general.

Tomando en cuenta nuestra primera pregunta de investigación nos enfocaremos en la dimensión "Manejo del microscopio," que incluye los ítems P1 al P4, relacionados con la percepción de los estudiantes sobre su habilidad para manipular el microscopio virtual y comprender su funcionamiento.

Los resultados indican que, en promedio, los estudiantes calificaron sus habilidades de manejo del simulador virtual de microscopio óptico con una puntuación media de 2,77 para el ítem P1

y 4,43 para el ítem P2, en una escala de 1 a 5. Estos valores sugieren que los estudiantes inicialmente pueden haber enfrentado algunas dificultades en el manejo del simulador, pero luego lograron comprender su funcionamiento.

Hay que resaltar el ítem P3, que se refiere a si el uso del microscopio virtual ayudó a los estudiantes a comprender las partes del microscopio, obtuvo la puntuación más alta en esta dimensión, con una media de 4,83. Esto indica que los estudiantes percibieron que el simulador virtual fue efectivo para enseñarles sobre las partes del microscopio óptico.

Por otro lado, el ítem P4, que indagó si los estudiantes utilizaron algún tutorial adicional para comprender el funcionamiento del simulador, obtuvo una media de 3,27 (Tabla 3), lo que sugiere que algunos estudiantes pudieron haber sentido la necesidad de buscar recursos adicionales para familiarizarse con el uso del simulado.

**Tabla 3**

*Estadísticos descriptivos de los ítems evaluados según las dimensiones*

Dimensiones	Ítems	Valor Min	Valor Max	Media	DE
A. Manejo del microscopio	P1	1	5	2,77	1,36
	P2	2	5	4,43	0,82
	P3	3	5	4,83	0,46
	P4	1	5	3,27	1,14
B. Académica	P5	1	5	4,20	1,00
	P6	4	5	4,67	0,48
	P7	2	5	4,50	0,78
	P8	4	5	4,70	0,47
C. Competencias digitales	P9	3	5	4,70	0,53
	P10	3	5	4,73	0,52

En cambio, para abordar nuestra segunda pregunta ¿Cómo afecta la percepción de los estudiantes sobre la eficacia de un simulador virtual de microscopio óptico en la adquisición de competencias académicas y digitales durante la pandemia de COVID-19?, nos centraremos en las dimensiones "Académica" y "Competencias digitales," relacionadas con la percepción de los estudiantes sobre la utilidad académica y la mejora de sus competencias digitales mediante el uso del simulador virtual.

En la dimensión "Académica," los resultados indican que los estudiantes evaluaron positivamente la experiencia con el simulador virtual. Siendo mayor los ítems P6 y P8 con puntuaciones medias sobre los 4,50. Esto evidencia que la experiencia con el simulador virtual les brindó una experiencia de aprendizaje real, resultó innovadora y les permitió alcanzar competencias académicas de la práctica.

Por otro lado, en la dimensión "Competencias digitales," los ítems P9 y P10 obtuvieron puntuaciones medias de 4,70 y 4,73 respectivamente, lo que indica que los estudiantes percibieron que el uso del simulador virtual les permitió comprender más sobre tecnologías

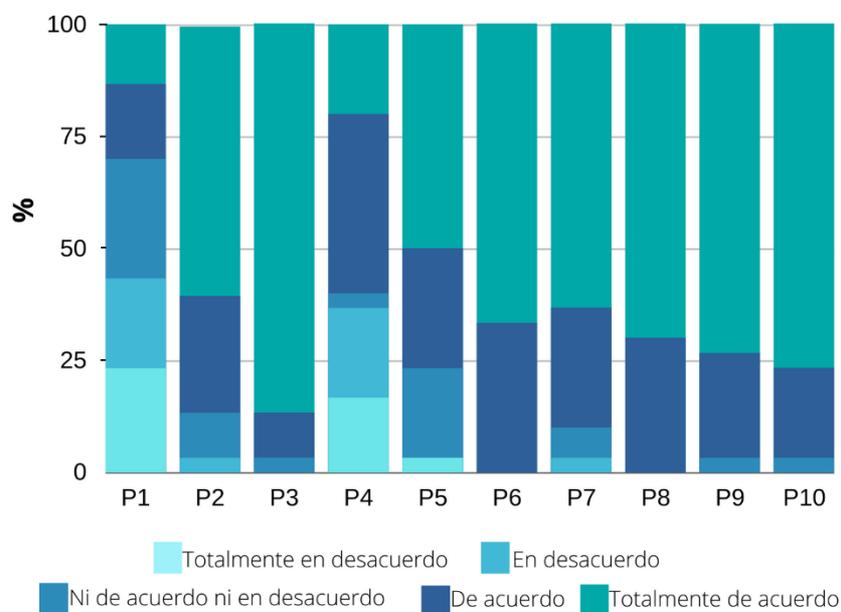
virtuales y consideraron el microscopio virtual como una buena herramienta de enseñanza-aprendizaje en línea.

Comparando entre dimensiones, se observa que los ítems relacionados con la dimensión "Competencias digitales" obtuvieron valoraciones ligeramente más altas (Media= 4,72) que los ítems de la dimensión "Académica" (Media= 4,52), y del manejo del microscopio" (Media= 4,18). Estos resultados sugieren que los estudiantes valoraron especialmente el aspecto relacionado con el desarrollo de competencias digitales al utilizar el simulador virtual de microscopio óptico.

Si analizamos de forma porcentual los valores obtenidos de la percepción estudiantil, en forma general, para la mayoría de los participantes el uso del simulador fue altamente aceptado de forma satisfactoria (Figura 1), validando los resultados anteriores expuestos en la tabla 3, lo que evidencia la buena predisposición de los estudiantes para el uso de entornos virtuales simulados desde un punto de vista educativo y digital.

**Figura 3**

Valores porcentuales de los ítems evaluados.



Al analizar si existen diferencias significativas en la percepción de los estudiantes sobre la utilidad del simulador virtual de microscopio óptico en función de su género o edad, los análisis estadísticos no evidenciaron diferencias significativas entre hombres y mujeres, y según la edad de los participantes. Lo que denota que las posibilidades de uso del simulador virtual pueden ser iguales en diferentes grupos, independientemente del género y edad. En cambio, el coeficiente de Spearman mostró relaciones significativas ( $p < 0,001$ ) positivas entre varios ítems, aunque con una fuerza de correlación moderada (Tabla 3). Esto resalta que el uso del microscopio virtual está interaccionado con varios aspectos de las dimensiones establecidas siendo mayormente entre los elementos técnicos de manejo del microscopio con las competencias digitales. "El hecho de que los ítems se hayan correlacionado entre sí de manera significativa, indica que el instrumento es homogéneo y coherente en su composición, además,

que la correlación sea positiva, sugiere que las actividades guardan relación entre sí” (Guerra et al. 2014).

**Tabla 4**

*Correlaciones positivas significativas entre los ítems del instrumento utilizado*

Ítems	P3	P5	P7	P8	P9	P10
P2	0,534**	-	-	-	0,445*	0,396*
P3		0,374**	0,580***	0,598***	0,681***	0,728***
P4		0,407**	-	-	-	-
P5			0,655***	-	0,500**	0,415*
P6				0,617***	0,387*	-
P7				0,557***	0,693***	0,642***
P8					0,600***	0,508***
P9						0,581***

*Nota.* \* =  $p < 0,05$  \*\* =  $p < 0,01$  \*\*\* =  $p < 0,001$

Finalmente, A través de la pregunta abierta que pedía a los estudiantes describir en una sola palabra su experiencia sobre el uso del microscopio, se observó que todas las palabras resaltan aspectos positivos, siendo las de mayor frecuencia “Innovadora” e “Interesante” con el 27% y 20% de representatividad, respectivamente. Las palabras identificadas se muestran en mayor tamaño en la figura 4. Estos hallazgos corroboran aspectos ya denotados anteriormente sobre la buena aceptación del uso del microscopio virtual como parte de sus prácticas virtuales y resalta lo innovador que puede resultar el uso de instrumentos virtuales en situaciones de aprendizaje en línea durante situaciones de confinamiento social.

**Figura 4**

*Nube de palabras*



## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados positivos obtenidos en nuestro estudio sobre el uso del simulador virtual refuerzan las percepciones positivas previamente observadas en áreas relacionadas de las

ciencias biológicas, como histología, patología y citología (Telang et al., 2016; Yazid et al., 2019; Evans et al., 2020), en relación con el empleo de microscopios virtuales. Estos hallazgos subrayan tanto la favorable recepción por parte de los estudiantes de este tipo de recursos digitales como la pertinencia y el potencial de aplicación de los simuladores virtuales en asignaturas con componentes prácticos, como es el caso de Microscopía y Microanálisis.

Nuestros datos también destacan que el simulador virtual no solo cumplió con el objetivo de familiarizar a los estudiantes con los componentes estructurales del microscopio, sino que se concibió principalmente como una herramienta integral para la enseñanza y el aprendizaje en línea. Esto sugiere que la utilización de simuladores virtuales como estrategia educativa puede ser una opción efectiva para introducir a los estudiantes en el conocimiento y manejo del microscopio óptico, sin la necesidad de contar con los equipos físicos y evitando posibles daños durante la fase inicial de manipulación, una preocupación común entre los estudiantes principiantes.

Considerando que los estudiantes suelen sentirse cómodos en entornos virtuales (Evans et al., 2020; Cabero-Almenara et al., 2022), los microscopios virtuales podrían ser una solución para abordar la demanda de equipos en prácticas presenciales, especialmente en cursos numerosos donde la disponibilidad de tiempo y espacio es limitada. Este enfoque podría superar la necesidad de utilizar sistemas de turnos y horarios reducidos en prácticas de iniciación, como se ha observado en estudios previos (Rojas et al., 2020).

A pesar de que la herramienta utilizada en nuestro estudio ha sido descontinuada, la favorable aceptación del manejo del microscopio virtual respaldada por las respuestas de los estudiantes subraya la importancia de seguir fortaleciendo el uso de estas herramientas, especialmente en entornos académicos con limitaciones de espacio físico y equipos, una problemática común en países en desarrollo.

En este contexto, es relevante destacar que trabajar en un entorno simulado contribuye de manera inesperada a la alfabetización digital de los estudiantes, un aspecto crucial en una sociedad cada vez más digitalizada desde la perspectiva docente. Aunque nuestro estudio presenta algunas limitaciones, como su diseño transversal y la falta de acceso al microscopio físico, los resultados positivos obtenidos en la práctica virtual sugieren la necesidad de extender la investigación a otras asignaturas que utilicen el microscopio óptico, comparando el uso de simuladores virtuales con el enfoque tradicional.

Sin embargo, se debe tener presente la brecha digital existente, especialmente en estudiantes de zonas rurales, una problemática que se ha destacado durante la pandemia (Dominguez et al., 2022). En conclusión, nuestros resultados indican que los estudiantes percibieron positivamente la experiencia de utilizar el simulador virtual de microscopio óptico, sugiriendo su efectividad para adquirir habilidades académicas y digitales durante la pandemia, sin diferencias significativas basadas en género o edad. La innovación y el interés generados podrían influir positivamente en la disposición de los estudiantes para adoptar herramientas tecnológicas en su aprendizaje en línea (Colomo-Magaña et al., 2023). En general, a manera de conclusión, los resultados del estudio indican que los estudiantes tuvieron una percepción positiva y aceptaron favorablemente la experiencia de usar el simulador virtual de microscopio óptico, lo que sugiere que esta herramienta podría ser efectiva para adquirir habilidades y competencias académicas y digitales durante la pandemia de COVID-19, sin diferencias

significativas basadas en género o edad. Además, la experiencia se percibió como innovadora e interesante, lo que podría influir positivamente en la disposición de los estudiantes para adoptar herramientas tecnológicas en su aprendizaje en línea.

## 6. REFERENCIAS

- Alexander, M. N. I. (2021). Simuladores de laboratorio de química para mejorar la capacidad de indagación en los estudiantes de grado decimo en una institución educativa rural del departamento del putumayo. *Frontiers in Neuroscience*, 14(1), 1–13.
- Becerra, D. G., Grob, M., Assadi, J. L., Astorga, C., Tricio, J., Melelli, R., Silva, C., & Sabag, N. (2018). Academic achievement and perception of two teaching methods in histology: Light and digital microscopy. Pilot study. *International Journal of Morphology*, 36(3), 811-816. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022015000300001>
- Byukusenge, C., Nsanganwimana, F. & Tarmo, A. (2022). Effectiveness of Virtual Laboratories in Teaching and Learning Biology: A Review of Literature. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(6), 1-17, <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.6>
- Cabero-Almenara, J., & Costas, J. (2016). La utilización de simuladores para la formación de los alumnos. *Prisma Social*, 17, 343–372.
- Cabero-Almenara, J., Guillén-Gámez, F. D., Ruiz-Palmero, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2022). Teachers' digital competence to assist students with functional diversity: Identification of factors through logistic regression methods. *British Journal of Educational Technology*, 53(1), 41-57. <https://doi.org/10.1111/bjet.13151>
- Colomo-Magaña, E., Cívico-Ariza, A., Sánchez-Rivas, E., & Linde-Valenzuela, T. (2023). Instantáneas culturales y Flipped Classroom: percepciones de futuros docentes : [Cultural snapshots and Flipped Classroom: prospective teachers' perceptions]. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 66, 173–198. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.97134>
- Colomo-Magaña, E., Gabarda Méndez, V., Cívico Ariza, A., & Cuevas Monzonís, N. (2020). Percepción de estudiantes sobre el uso del videoblog como recurso digital en educación superior: Perception of students on the use of videoblog as a digital resource in higher education. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 59, 7–25. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74358>
- Cox, F. T., González, D., Magreñán, Á.A. & Orcos, L. (2022). Enseñanza de estadística descriptiva mediante el uso de simuladores y laboratorios virtuales en la etapa universitaria. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 74(4), 103-123. <https://doi.org/10.13042/Bordon>
- Deveci Topal, A., & Kolburan Geçer, A. (2023). Examination of student satisfaction with e-courses by clustering analysis. *Innoeduca. International Journal of Technology and*

*Educational Innovation*, 9(2), 39–50.  
<https://doi.org/10.24310/innoeduca.2023.v9i2.16681>

- Dominguez Castillo, J. G., Cisneros-Cohernour, E. J., Ortega Maldonado, A., & Ortega Carrillo, J. A. (2022). Percepciones de estudiantes acerca de la enseñanza a distancia durante la COVID-19: [Students perceptions about distance learning during COVID-19]. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 65, 237–273. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.94070>
- Esteves, D. (2018). Colaborar para innovar: contribuciones desde un caso portugués para rediseñar la noción de innovación educativa. *Revista Educación, Política y Sociedad*, 3 (1), 7-30.
- Evans, S. J. M., Russell Moore, A., Olver, C. S., Avery, P. R., & West, A. B. (2020). Virtual microscopy is more effective than conventional microscopy for teaching cytology to veterinary students: A randomized Controlled Trial. *Journal of Veterinary Medical Education*, 47(4), 475–481. <https://doi.org/10.3138/JVME.0318-029R1>
- Fernández Robles, B., & Duarte-Hueros, A. (2023). Analysis of scientific production in WOS on augmented reality and early childhood education. *Innoeduca. International Journal of Technology and Educational Innovation*, 9(2), 82–95. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2023.v9i2.15189>
- Fueyo, A., Rodríguez-Hoyos, C. & Linares, C. (2015) La innovación docente de la formación de los profesionales de la educación: el papel de la educación mediática. En Ferrés, J. y Masanet, M.J., *La educación mediática en la universidad española* (pp. 31-51). Gedisa.
- García-Peñalvo, F.J. (2015). Mapa de tendencias en Innovación Educativa. *EKS*, 16(4), 6-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.14201/eks2015164623>
- Guerra, J., Guevara, C.Y. & Robles, S.S. (2014). Validación del Inventario de Estrategias Metacognoscitivas y Motivación por la Lectura (IEMML) en estudiantes de Psicología. *Psicogente*, 17(31), 17-32.
- Hodges, C. B., & Fowler, D. J. (2020). The COVID-19 Crisis and Faculty Members in Higher Education: From Emergency Remote Teaching to Better Teaching through Reflection. *International Journal of Multidisciplinary Perspectives in Higher Education*, 5(1), 118–122. <https://doi.org/10.32674/jimphe.v5i1.2507>
- Kapilan, N., Vidhya, P., & Gao, X.Z. (2021). Virtual laboratory: A boon to the mechanical engineering education during covid-19 pandemic. *Higher Education for the Future*, 8(1), 31-46.
- Krippendorf, B. B. & Lough, J. (2005). Complete and rapid switch from light microscopy to virtual microscopy for teaching medical histology. *Anat. Rec. B New Anat.*, 285(1), 19-25.
- Kuo, K. H., & Leo, J. M. (2019). Optical versus virtual microscope for medical education: a systematic review. *Anatomical Sciences Education*, 12(6), 678-685. <https://doi.org/10.1002/ase.1844>

- Lara, L. E., Pérez Vega, M. I., Villalobos Gutiérrez, P. T., Villa-Cruz, V., Orozco López, J. O., & López Reyes, L. J. (2022). Uso de laboratorios virtuales como estrategia didáctica para el aprendizaje activo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(1), 4211-4223. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i1.1794](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i1.1794)
- Latorre, A., Del-Rincón, D., & Arnal, J. (2005). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Ediciones Experiencia.
- Leavy, P. (2017). Research design. *Quantitative, qualitative, mixed methods, arts-based, and community-based participatory research approaches*. The Guilford Press
- León-Pérez, F., Bas, M., & Escudero-Nahón, A. (2020). Autopercepción sobre habilidades digitales emergentes en estudiantes de Educación Superior. *Comunicar*, 28(16), 91–101. <https://doi.org/10.3916/C62-2020-08>
- Llorente-Cejudo, C. & Gutiérrez-Castillo, J.J. (cords.) (2022). *Tecnologías emergentes y pedagogía de la innovación*. Dykinson.
- Moreno-Mediavilla, D., Palacios, A., Gómez del Amo, R., & Barreras-Peral, Álvaro. (2023). Competencia digital docente en el uso de simulaciones virtuales: percepción del profesorado de áreas STEM: [Teacher digital competence in the use of virtual simulations: STEM teachers' perception]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 68, 83–113. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.98768>
- Nunnally, J. C. & Bernstein, I. H. (1995). *Teoría psicométrica*. McGraw-Hill.
- Palacios-Rodríguez, A., Guillén-Gámez, F. D., Cabero-Almenara, J., & Gutiérrez-Castillo, J. J. (2023). Teacher Digital Competence in the education levels of Compulsory Education according to DigCompEdu: The impact of demographic predictors on its development. *Interaction Design and Architecture(s)*, 57, 115-132. <https://doi.org/10.55612/s-5002-057-007>
- Raman, R., et al. (2022). Virtual Laboratories- A historical review and bibliometric analysis of the past three decades. *Educ Inf Technol*, 27, 11055–11087, <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11058-9>
- Rojas, M., Cuevas, F., Smok, C., Roa, I., Conei, D., Prieto, R., & del Sol, M. (2020). Studying embryonic and fetal development with the virtual microscope! In the times of Covid-19. *International Journal of Morphology*, 38(5), 1296-1301.
- Romero, D. & De Benito, B. (2020). Diseño de una propuesta didáctica para el uso de simuladores virtuales en la rama sanitaria de Formación Profesional. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 8, 1-16. <https://doi.org/10.6018/riite.383431>.
- Rosero-Toro, J. H., Villarreal, L. K., Salgado, K. D., & Escobar, J. E. (2019). Uso del microscopio artesanal para la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. *Biografía*, 1830-1837.

- Saco A, Bombi JA, Garcia A, Ramírez J, Ordi J. (2016). Current status of whole- slide imaging in education. *Pathobiology*, 83, 79–88.
- Santos, M. & Prudente, M. (2022). Effectiveness of Virtual Laboratories in Science Education: A Meta-Analysis. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(2), 150-156.
- Silva Quiroz, J., Rioseco Pais, M. H., & Aranda Faúndez, G. (2023). Nivel de Competencia digital de estudiantes de primer año de formación inicial docente: una mirada desde las variables de género y centro educativo: [Level of digital competence of students in the first year of initial teacher training: a look from the variables of gender and educational center]. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 68, 155–182. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.101081>
- Sotelo, D. et al. (2022). Lab-Tec@Home: A Cost-Effective Kit for Online Control Engineering Education. *Electronics*, 11(6), 907, <https://doi.org/10.3390/electronics11060907>
- Telang A, De Jong N, Van Dalen J. (2016) Media matter: The effect of medium of presentation on student's recognition of histopathology. *J Clin Diagnostic Res.*, 10(12), JC01–5
- Yazid F., Ghazali, N, Syafiq M, et al. (2019). The Use of Digital Microscope in Oral Pathology. *Journal of International Dental and Medical Research*, 12(3), 1095-1099.

#### Para citar este artículo:

Romero-Saritama, J. M., Llorente-Cejudo, C., Palacios Rodríguez, A., y Kalinhoff, C. (2024). Microaprendizajes en el aula universitaria: uso de simulador virtual en el área de biología. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (88), 24-41. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.88.3105>