

Impacto de Labxchange en el aprendizaje de biología celular en estudiantes de primero de bachillerato

Impact of Labxchange on cell biology learning in first-year high school students

- 1 Nelson Ruperto Timana Coral  <https://orcid.org/0000-0003-4493-1408>
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Guayas, Ecuador. Maestría en Educación con Mención en Pedagogía en Entornos Digitales
ntimanac@ube.edu.ec
- 2 Enma Lucía Haro Ruiz  <https://orcid.org/0009-0002-1892-5768>
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Guayas, Ecuador. Maestría en Educación con Mención en Pedagogía en Entornos Digitales
elharor@ube.edu.ec
- 3 Silvia Maria Moy-Sang Castro  <https://orcid.org/0009-0000-3722-1008>
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Guayas, Ecuador. Maestría en Educación con Mención en Pedagogía en Entornos Digitales
msmmoysangc@ube.edu.ec
- 4 Jessica Yolanda Lavayen-Tamayo  <https://orcid.org/0000-0002-0492-4716>
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Guayas, Ecuador. Maestría en Educación con Mención en Pedagogía en Entornos Digitales
jylavayent@ube.edu.ec

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 13/04/2025

Revisado: 14/05/2025

Aceptado: 06/06/2025

Publicado: 05/10/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v9i4.3528>

Cítese:

Timana Coral, N. R., Haro Ruiz, E. L., Moy-Sang Castro, S. M., & Lavayen Tamayo, J. Y. (2025). Impacto de Labxchange en el aprendizaje de biología celular en estudiantes de primero de bachillerato. *Ciencia Digital*, 9(4), 22-39.

<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v9i4.3528>



Ciencia Digital
Editorial



CIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinaria, trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://cienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec.

Esta revista está protegida bajo una licencia *Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 International*. Copia de la licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Palabras claves: Interactividad, accesibilidad, autonomía, comprensión, motivación.

Resumen: Introducción: El simulador web Labxchange transforma el aprendizaje de la Biología Celular mejorando la comprensión, motivación, y autonomía a través de sus recursos. Objetivo: Analizar el impacto del uso del simulador web Labxchange en el aprendizaje de Biología Celular de 160 estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Jacinto Collahuazo, Otavalo, Ecuador. Metodología: Esta investigación es explicativa con enfoque cuantitativo y cuasi experimental con características correlacional y aplicada que verifica el impacto de Labxchange en el aprendizaje de Biología Celular. Los métodos aplicados son análisis-síntesis, inducción-deducción, y modelado teórico. Los datos recolectados comienzan con un estudio de cohortes de los tres últimos años académicos en Biología Celular, obteniendo un promedio de 8.074/10 a nivel institucional y un valor menor a 700/1000 en el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL), evidenciando bajo aprendizaje en esta asignatura. Además, se aplica una prueba de conocimientos de Biología Celular a través de cuestionarios diagnósticos y sumativas a un grupo control y experimental y una encuesta de satisfacción sobre el uso de Labxchange. Resultados: El uso de Labxchange promueve un Aprendizaje Significativo de Biología Celular con el 92.5 % del grupo experimental que logra y domina los aprendizajes y diferencia significativa en la prueba Wilcoxon con un valor $Z = -7.732$ y $p < 0.001$; además de una fuerte relación positiva entre el uso de Labxchange y el aprendizaje de Biología Celular mediante el análisis de correlación Rho de Spearman con un $r = 0.955$. Conclusión: Labxchange impacta positivamente en el aprendizaje de biología celular en estudiantes de primero de bachillerato de la Unidad Educativa Jacinto Collahuazo. Área de estudio general: Educación y Ciencias biológicas. Área de estudio específica: Didáctica de la Biología Celular. Tipo de estudio: Artículos originales.

Keywords: Interactivity, accessibility, autonomy, understanding, and motivation.

Abstract: Introduction: Labxchange simulator enhances Cell Biology learning by improving comprehension, motivation, and autonomy through its resources. Objective: To analyze the impact of the Labxchange web simulator on the Cell Biology learning of 160 first-year high school students from Unidad Educativa Jacinto Collahuazo. Methodology: This explanatory research employs a quantitative, quasi-experimental approach with correlational and applied

characteristics to assess the impact of Labxchange on cellular biology learning. The methods used include analysis-synthesis, induction-deduction, and theoretical modeling. Data collection began with a cohort study of at least three academic years in Cell Biology, revealing an institutional average score of 8.074/10 and a score below 700/1000 in the Instituto Nacional de Evaluación Educativa, indicating low performance in this subject. A Cell Biology knowledge test was conducted using diagnostic and summative questionnaires on control and experimental groups, and a satisfaction survey regarding Labxchange usage. Results: Labxchange usage significantly promotes Cell Biology learning, with 92.5 % of the experimental group achieving and mastering the learning objectives, with a significant difference in the Wilcoxon test with $Z = -7.732$ and $p < 0.001$. Furthermore, a strong positive correlation between Labxchange usage and Cell Biology learning was observed through Spearman's Rho correlation analysis, with $r = 0.955$. Conclusion: Labxchange positively impacts the Cell biology learning of first-year high school students at Unidad Educativa Jacinto Collahuazo. General Area of Study: Education and Biological Sciences. Specific area of study: Didactics of Cell Biology. Type of study: Original articles.

1. Introducción

En el mundo, la innovación hebegogica se enfoca en mejorar la formación académica y la adaptación a la sociedad del conocimiento. Sin embargo, en algunos lugares continúa la aplicación de una educación tradicional. A pesar de ello, esta metodología convencional de enseñanza-aprendizaje evoluciona y enfrenta retos en términos de calidad formativa con nuevos recursos (Robles et al., 2022).

En el Ecuador el Ministerio de Educación del Ecuador (2024b) fomenta la utilización de dispositivos tecnológicos con el objetivo de promover la innovación pedagógica en

todos los niveles educativos. De esta manera, la Unidad Educativa Jacinto Collahuazo, como parte de esta entidad, enfrenta el desafío de mejorar la enseñanza de Biología Celular en Ciencias Naturales. Según la evaluación Ser Estudiante del Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEVAL, 2023), la mayoría de los bachilleres no alcanzan el puntaje mínimo de 700/1000 en Biología durante los años 2020-2023. Además, los estudiantes de primero de bachillerato de la institución en investigación lograron un promedio de 8.074/10 en la asignatura de Biología entre 2021 y 2023, mostrando un contraste con los resultados nacionales.

Una entrevista a profesores de la Unidad Educativa Jacinto Collahuazo revela problemas en la enseñanza de Biología Celular, como falta de interés técnicas de estudio deficientes y escasas prácticas. La comprensión de temas complejos como la estructura y división celular está limitada por metodologías tradicionales y recursos tecnológicos escasos. Los educadores proponen implementar métodos digitales para relacionar la teoría y la práctica, mejorando la educación. Por lo tanto, la investigación justifica el uso del simulador web Labxchange para favorecer el aprendizaje interactivo y desarrollo de la observación crítica, razonamiento científico, y la capacidad experimental del estudiante.

El objetivo de esta investigación consiste en analizar el impacto del uso del simulador web Labxchange en el aprendizaje de Biología Celular en estudiantes de primero de bachillerato general unificado de la Unidad Educativa Jacinto Collahuazo, donde se busca determinar si esta herramienta digital mejora la comprensión de conceptos complejos, comparando el aprendizaje de los participantes que utilizan el simulador con aquellos que siguen una metodología tradicional.

Tomando en cuenta la realidad de la enseñanza de Biología Celular en primer año de bachillerato general unificado en la Unidad Educativa Jacinto Collahuazo, la inclusión de simuladores interactivos como Labxchange potencia el proceso de enseñanza-aprendizaje de esta asignatura. Sin embargo, la mayoría de los estudiantes en la

investigación carece de equipos electrónicos y acceso a internet en clases presenciales. Además, el método tradicional aplicado en el contexto usa el libro de Biología proporcionado por el MINEDUC (2024a), el cual incluye la sección cinco sobre este tema.

En la actualidad, la metodología tradicional no ha logrado mantener el ritmo de la calidad educativa y usa clases magistrales para desarrollar contenido en el aula. El aprendizaje directo, considerado en este enfoque, se basa en la información e instrucción estructurada del profesor (Wassinger et al., 2022). En la mayoría de estas, el estudiante pierde atención en pocos minutos y solo recuerda el 20 % del contenido expuesto. Una ventaja de la metodología tradicional es la alta concentración del estudiante en clase por breves periodos y la ocasión de observar el desempeño del docente (Behmanesh et al., 2022). Así, la oportunidad de mejorar esta forma de enseñanza-aprendizaje es la implementación de tecnologías educativas, la interacción, la personalización de contenidos y el aprendizaje activo y crítico.

El modelo educativo basado en conocimiento Tecnológico, Pedagógico y de Contenido (TPACK) ofrece un enfoque integral, favoreciendo un aprendizaje colaborativo, desarrollo del pensamiento crítico, resolución de problemas basándose en las necesidades del estudiante (Zulyusri et al., 2022) e incremento del aprendizaje autónomo y colaborativo en forma virtual (Paladines, 2023). La efectividad de la integración de TPACK en el aprendizaje de Biología Celular por parte de estudiantes de secundaria es muy

efectiva, especialmente cuando las instituciones carecen de infraestructura tecnológica e internet, donde esta metodología puede ser aplicada en forma asincrónica mediante herramientas ilustrativas que expongan mapas, videos y diapositivas para la realización de estudios comparativos asincrónicamente, y luego ser analizados en clase (Alcedo et al., 2019).

Además, al aplicar las metodologías TPACK en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Biología celular mediante el simulador web Labxchange, se incluye la metodología del conectivismo. Esta es una metodología de aprendizaje donde la creación de redes del conocimiento influye en el aprendizaje a través de la conexión de conceptos mediante la adaptación al entorno mediante el trabajo colaborativo (Gortaire et al., 2022). Por lo tanto, el desarrollo de la tecnología de la comunicación como base de esta herramienta digital llega a la comunidad estudiantil de BGU en forma asincrónica, promoviendo el trabajo autónomo, pragmático y social del alumnado (Suárez et al., 2022).

Sin embargo, en el Ecuador la implementación del conectivismo está en evolución, y la adquisición del conocimiento en red no está preparada para los cambios que impone el mundo actual. La baja aplicación de esta teoría del aprendizaje se debe a un acceso limitado a servicios digitales, una situación económica restrictiva, la prevalencia de métodos educativos convencionales y falta de capacitación docente (Guerrero, 2022). Estas dificultades están presentes en la Unidad Educativa Jacinto Collahuazo, lo que

hace imprescindible la integración de herramientas digitales que se adapten al contexto del alumnado como del docente. Labxchange ofrece la aplicación de la metodología TPACK y el conectivismo en el aprendizaje asincrónico de Biología Celular.

Los simuladores web educativos son plataformas digitales que facilitan la interactividad, recreación de procesos, y situaciones reales en ambientes virtuales, motivando al estudiante en su aprendizaje. En biomedicina, permiten interactuar como en un laboratorio físico, con entrenamiento virtual (González & Castro, 2022). Aplicados en medicina, los simuladores son una opción para aprender Biología Celular. Además la enseñanza en entornos virtuales posibilita el acceso remoto y videoconferencia mediante realidad virtual (Ramón et al., 2023). Considerando la metodología TPACK y el conectivismo, Labxchange fomenta el aprendizaje crítico (Nahuelcura-Millán, 2023) y contribuye a crear espacios educativos con actividades innovadoras (Salas, 2023). Aunque la inclusión digital enfrenta desafíos debido a contextos socioeducativos variados y metodologías emergentes (Varguillas, 2023), esta metodología disruptiva mejora el aprendizaje de Biología Celular en estudiantes de primero de bachillerato.

En esta investigación, el simulador web Labxchange, un software creado para aprender medicina durante la pandemia COVID-19 (LabXchange team, 2020), no presenta una diferencia significativa entre un centro de investigación presencial y un virtual (Nanto et al., 2022), permitiendo la experi-

mentación de procesos biológicos y resolviendo necesidades estudiantiles en contextos variados (Listiawati et al., 2022). Esta herramienta se convierte en un mentor digital eficiente (Falfushynska et al., 2022). Por lo tanto los estudiantes al incluir esta aplicación en su formación mejoran el dominio de conceptos complejos.

Siendo la hebegogía un enfoque educativo focalizado en procesos de enseñanza-aprendizaje en la adolescencia, está fundamentada en jóvenes y su contexto social (Doubront-Guerrero, 2021). Este marco hebegógico reconoce los cambios emocionales, cognitivos, y sociales de los adolescentes encaminados a desarrollar un pensamiento crítico, control sobre su aprendizaje, una educación integral (Towner et al., 2023), además de promover el desarrollo del pensamiento abstracto, explorativo mediante la motivación e intereses personales (Ravelo, 2022). La hebegogía presenta desafíos en la comprensión y percepción del mundo por parte de los adolescentes (Alvarado, 2021). Por lo tanto se debe guiar al estudiante hacia el saber hacer con base en la sensibilidad afectiva y social mediante la incorporación de principios humanistas (Alvarado-Cortés et al., 2024).

El aprendizaje de Biología Celular, abordado en bachillerato con adolescentes, se enfoca en la hebegogía, que promueve el Aprendizaje Significativo mediante la relación de conceptos previos y nuevos. Esta forma educativa incluye gamificación, prácticas colaborativas y aula invertida (Anchundia et al., 2023), que favorece la construcción del co-

nocimiento mediante el uso de recursos digitales (Delgado-Cobeña et al., 2023). En la formación integradora del joven, la inteligencia emocional promueve autonomía y crea un ambiente armónico (Huamantupa, 2023). Desde una visión constructivista, el proceso educativo contextualizado surge desde la reflexión docente para generar principios teóricos (Miranda-Núñez, 2022), donde la integración de tecnología Labx-change y estrategias didácticas aplicables a la realidad psicosocial, incrementa la motivación y la creación de espacios que favorecen un aprendizaje integral (García-Chontal et al., 2023).

Además, la hebegogía significativa y funcional induce al estudiante en actividades agradables de aprendizaje de carácter social, promoviendo la autonomía y motivación (Nesbitt et al., 2023). Este enfoque pedagógico promueve el mejoramiento cognitivo, emocional, creativo y el desarrollo de habilidades físicas a través del compromiso durante el aprendizaje, donde las actividades son divertidas, significativas e interactivas para que atraigan al estudiante (Parker et al., 2022). Un ejemplo de estas actividades son los videojuegos en línea, los cuales reducen la ansiedad mediante el aprendizaje asociativo (Gandolfi et al., 2021). Este efecto incide positivamente en la sensibilidad afectiva adolescente (Onowugbeda et al., 2023), favoreciendo el aprendizaje crítico de los estudiantes ayudados por expertos en medios de aprendizaje integrado en comunidades digitales (Triyanto et al., 2022).

La hebegogía cultural facilita el proceso de

adquisición de conocimientos mediante la imitación selectiva y racional adaptada a diferentes contextos, dependiendo de la conducta del estudiante (Villada & Velasquez, 2023). En este sentido, las actividades de instrucción informal aplicadas en Biología mediante el juego digital pueden ser contextualizadas históricamente, promoviendo la criticidad basándose en la cultura y hechos históricos (Rubio-Campillo, 2022). Por lo tanto la generación del conocimiento de Biología Celular mediante la emulación de actividades presentes en Labxchange, facilita la adaptación al contexto cultural del estudiante.

El desarrollo de competencias relacionadas con Biología Celular incluye conceptos abstractos difíciles de explicar únicamente mediante métodos tradicionales, como la lectura de textos y exposiciones teóricas. Para contrarrestar los efectos de esta metodología aplicada en el estudio de Biología Celular en la Unidad Educativa Jacinto Collahuazo se requiere una metodología donde el estudiante pueda superar obstáculos de aprendizaje a través de la interacción con el contenido para el fomento de destrezas en este campo. De esta manera, se observa que el simulador web Labxchange representa un aporte a los recursos y materiales usados en clase. Además, este simulador tiene el potencial de mejorar la capacidad analítica y facilitar la comprensión de fenómenos complejos de la Biología Celular.

2. Metodología

Antes de comenzar la investigación, se obtiene la autorización de la Unidad Educativa Jacinto Collahuazo, presentando un proyecto formal que detalla el propósito, los objetivos, los métodos y la duración de la investigación, siempre siguiendo métodos y estándares científicos que aseguren el cumplimiento de principios éticos para su ejecución responsable. Este proyecto se aplica a una población de 160 estudiantes de primero de bachillerato de la misma institución, con un criterio de inclusión que abarca a todos aquellos que cursen la asignatura de Biología, en el área de Ciencias Naturales. El criterio de exclusión contempla estudiantes ausentes en el día de las pruebas o que no deseen participar; el criterio de eliminación se aplica a aquellos que no completen adecuadamente la encuesta o prueba, asegurando así la validez de los datos obtenidos.

Esta investigación se considera explicativa y transversal. Explicativa, debido a que se focaliza en establecer la relación de causalidad entre la utilización del simulador web Labxchange y el aprendizaje de Biología celular. No obstante, incorpora elementos descriptivos, exploratorios y correlacionales, que se utilizan en la investigación con los estudiantes, donde se implementa la herramienta digital Labxchange, junto con los recursos usados en aula. La modalidad de esta investigación es de campo y documental porque las acciones se llevan a cabo en un entorno educativo real y digital. Como técnica de recopilación de datos se utiliza la prueba y la encuesta. Es transversal porque se aplican

dos mediciones en dos momentos específicos, los cuales no se extienden de manera continua a lo largo del tiempo.

La recopilación de datos inicia con el estudio de cohorte de los tres últimos años, verificando el bajo aprendizaje en esta asignatura y justificando la necesidad de la investigación. También se realizó la entrevista a docentes para corroborar este problema y la falta de recursos digitales. Posteriormente, se aplica la prueba de diagnóstico de Biología celular a toda la población. La población se divide en dos grupos: uno de control y otro experimental (Ramos, 2021). En el grupo experimental, se implementa el simulador web Labxchange como recurso de refuerzo asincrónico al material didáctico de aula. En el grupo control, se mantiene la metodología tradicional de enseñanza. Tras dos meses, se aplica una prueba sumativa de Biología Celular a los dos grupos y, adicionalmente, al grupo experimental se le realiza una prueba de aceptabilidad del simulador web Labxchange.

El procedimiento del análisis de datos de las pruebas diagnósticas y sumativas sobre Biología Celular (Revisionvillage, 2024), a los grupos control y experimental a través de cuestionarios logra medir la comprensión y desarrollo de habilidades en esta asignatura. Este proceso permite la realización del análisis estadístico descriptivo e inferencial para determinar si el uso del simulador influye o no en el aprendizaje de Biología celular. Además, la encuesta de aceptabilidad (Cujilema & Castro, 2022), por el grupo experimental evalúa la percepción de los estu-

diantes acerca del simulador web Labxchange. La comparación de los resultados de las pruebas académicas, diagnósticas y sumativas de Biología Celular de los dos grupos se realiza considerando la frecuencia y el porcentaje según la escala de calificación de aprendizaje del MINEDUC (2016).

En cuanto al análisis inferencial, se utiliza la prueba de normalidad Kolmogorow-Smirnow para los datos generados por la prueba diagnóstica y sumativa, tanto del grupo control como para el experimental. Cuando se determina que los datos presentan una distribución no normal, se aplica la prueba no paramétrica de Wilcoxon para grupos relacionados. Asimismo, para evaluar la incidencia estadística del simulador web Labxchange en el aprendizaje de Biología celular, se analizan los datos de la encuesta de aceptabilidad y la prueba sumativa del grupo experimental. Al encontrar una distribución no normal, se utiliza la prueba no paramétrica rho de Spearman para determinar la correlación de datos. Todas estas pruebas estadísticas se ejecutan usando el software SPSS.

3. Resultados

Una vez concluida la recolección de datos de investigación a 160 estudiantes divididos en dos grupos denominados control y experimental de primero de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Jacinto Collahuazo a través de cuestionarios de la prueba sumativa para examinar las variables simulador web Labxchange y aprendizaje en Biología Celular, se realiza el análisis es-

tadístico descriptivo que permite corroborar la existencia de diferencias estadísticas, dando un resultado como se muestra en la tabla 1 y la figura 1 siguiente.

Tabla 1: Métodos de enseñanza

Escala cuantitativa	Escala cualitativa	Metodología Tradicional Frecuencia Porcentaje	Metodología Labxchange Frecuencia Porcentaje
≤ 4	No alcanza los aprendizajes	38 47,5 %	2 2,5 %
4,01-6,99	Está próximo a alcanzar los aprendizajes	41 51,3 %	4 5,0 %
7,00-8,99	Alcanza los aprendizajes	1 1,3 %	52 65,0 %
9,00-10,00	Domina los aprendizajes	0 0,0 %	22 27,5 %
	Total	80 100 %	80 100 %

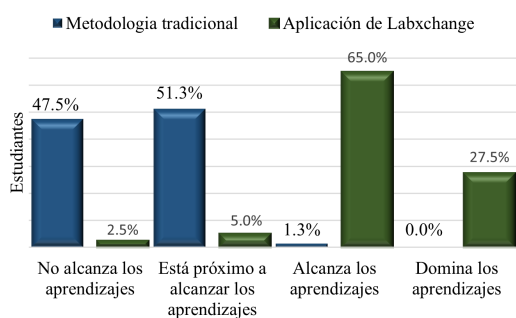
Fuente: MINEDUC (2016)

Con los resultados de la prueba diagnóstica y sumativa del grupo control compuesto de 80 estudiantes, en el cual se aplica la metodología tradicional en el aprendizaje de Biología Celular, se llevó a cabo un análisis estadístico inferencial en SPSS para corroborar si existen o no diferencias significativas; se obtiene el resultado como se muestra en la siguiente tabla 2.

Tabla 2: Prueba Wilcoxon para la aplicación de metodología tradicional

	Prueba diagnóstica – Prueba sumativa
Z	-1.857b
Significancia asintótica bilateral	0.063
a. Prueba de los rangos con signos de Wilcoxon.	
b. Basado en los rangos negativos.	

Figura 1: Aprendizaje en Biología Celular – Escala de calificaciones MINEDUC



Fuente: MINEDUC (2016)

Como se puede apreciar, el grupo experimental usando la metodología Labxchange logra el mayor porcentaje de estudiantes que alcanza-domina los aprendizajes con un 92.5 %, mientras que el grupo control donde se aplica la metodología tradicional presenta en estos mismos niveles el 1.3

En relación con la prueba Wilcoxon, esta muestra un valor de $z = -1.857$ y una significancia asintótica bilateral de 0.063, mayor que el 0.05 del margen de error del estudio. Esto indica que no hay diferencia estadística que sea significativa entre la prueba diagnóstica y sumativa en el aprendizaje de Biología Celular mediante la aplicación de la metodología tradicional.

De acuerdo con los datos extraídos de la prueba diagnóstica y sumativa del grupo experimental compuesto de 80 estudiantes, en el cual se aplica la metodología de inclusión del simulador web Labxchange en el aprendizaje de Biología Celular, se realiza el análisis estadístico inferencial en SPSS para corroborar si existen o no diferencias significativas entre estas pruebas; se obtiene

un resultado como se muestra en la siguiente tabla 3.

Tabla 3: Prueba Wilcoxon para metodología Labxchange en el aprendizaje de Biología Celular

	Prueba diagnóstica – Prueba sumativa
Z	-7.732b
Significancia asintótica bilateral	0.000
a. Prueba de los rangos con signos de Wilcoxon.	
b. Basado en los rangos negativos,	

Como se observa, los resultados de la prueba Wilcoxon muestran un valor de $Z = -7.732$ y una significancia asintótica bilateral menor que 0.001, menor que el 0.05 del margen de error de la investigación, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre la prueba diagnóstica y sumativa en el aprendizaje de Biología Celular con la metodología de Labxchange.

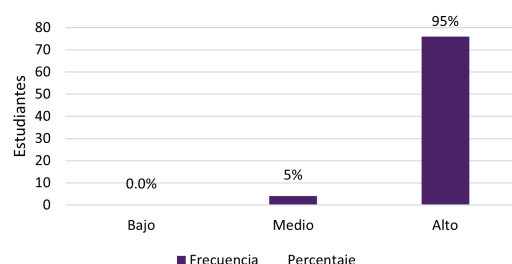
Una vez extraídos los datos del cuestionario de aceptabilidad por parte de los estudiantes del grupo experimental, se realiza la prueba estadística descriptiva sobre la inclusión del simulador Labxchange en forma asincrónica. Esto con el fin de corroborar la aprobación de esta herramienta por parte de 80 estudiantes, quienes por el lapso de dos meses incluyeron esta metodología en su proceso de aprendizaje de Biología Celular, resultando una aceptación, como se muestra en la siguiente tabla 4 y figura 2.

Tabla 4: Aceptabilidad de la utilización de Labxchange en el aprendizaje de Biología Celular

Escala cuantitativa	Escala cualitativa	Aceptabilidad de Labxchange en el aprendizaje	
		Frecuencia	Porcentaje
0-16	Bajo	0	0 %
17-33	Medio	4	5 %
34-50	Alto	76	95 %
	Total	80	100 %

Fuente: Escala Likert. Smyrnova et al. (2023)

Figura 2: Aceptabilidad de la utilización de Labxchange en el aprendizaje de Biología Celular



La aceptabilidad de la metodología Labxchange en el aprendizaje de Biología Celular por parte de estudiantes de 1.º de bachillerato es positiva, indicando una aprobación alta. El cuestionario de aceptabilidad es aprobado con el 95 % de los estudiantes, quienes indican un consentimiento significativamente alto de su uso en la enseñanza-aprendizaje de esta asignatura.

Concluida la toma de datos del cuestionario de aceptabilidad por parte de los estudiantes del grupo experimental y la prueba sumativa de aprendizaje de Biología Celular mediante la inclusión del simulador Labxchange en forma asincrónica, se realiza la prueba estadística inferencial mediante el software SPSS para determinar la incidencia de

Labxchange en el aprendizaje de Biología Celular, donde se obtiene un resultado como se muestra en la siguiente tabla 5.

Tabla 5: Incidencia de Labxchange en el aprendizaje de Biología Celular

		Aceptabilidad de Labxchange	Aprendizaje de Biología Celular
Spearman's rho	Aceptabilidad de Labxchange	1.000	.955**
	Coefficiente de correlación		
	Sig. (bilateral)		0.000
	N	80	80
	Aprendizaje de Biología Celular	.955**	1.000
	Coefficiente de correlación		
	Sig. (bilateral)	0.000	
	N	80	80

** La correlación es significativa al nivel 0.01 (bilateral)

Fuente: MINEDUC (2016)

En la tabla 5 se determina que la prueba estadística de correlación rho de Spearman indica una relación muy fuerte y significativa entre la variable Labxchange y aprendizaje de Biología Celular, con un coeficiente de correlación en esta prueba de 0.955.

Además, el coeficiente bilateral es de 0.000, lo que indica que la relación es estadísticamente significativa al nivel 0.01. Esto sugiere que, a mayor aceptabilidad de la herramienta Labxchange existe un mayor aprendizaje de Biología Celular. En otras palabras, la influencia de Labxchange en el aprendizaje de Biología Celular es altamente positiva.

4. Discusión

De acuerdo con los resultados de la estrategia tradicional y el simulador Labxchan-

ge en la enseñanza de biología en estudiantes de primero de bachillerato de la Unidad Educativa Jacinto Collahuazo, se evidencian diferencias significativas en el alcance y dominio de los aprendizajes. Los participantes expuestos a la metodología Labxchange muestran un aprendizaje superior al del grupo control que mantiene la técnica tradicional. El 92.5 % del grupo experimental alcanza y domina los objetivos educativos, mientras que solo el 1.3 % del grupo control logra el mismo resultado en esta escala. Además, la prueba estadística inferencial Wilcoxon muestra una diferencia significativa en el desempeño académico de Biología Celular entre los resultados de la prueba diagnóstica y sumativa del grupo que utiliza Labxchange, con un valor $Z = -7.732$ y un $p < 0.001$. Esto demuestra la alta eficacia del simulador web Labxchange. El 95

Finalmente, para determinar el impacto que estas herramientas digitales tienen en el aprendizaje de Biología Celular, mediante el análisis de correlación Rho de Spearman se verifica una fuerte relación positiva entre las variables Labxchange y aprendizaje de Biología Celular, con un coeficiente de 0.955. Esto demuestra que la implementación del simulador web Labxchange incrementa significativamente el aprendizaje de Biología Celular, a través de la motivación, mejoramiento de la comprensión conceptual, la facilidad de uso y la interactividad que provee la herramienta digital.

Con el objetivo de corroborar esta investigación, se presentan estudios relacionados. En la investigación sobre uso de simulado-

res web en neurofisiología celular, se evalúa a un grupo de estudiantes sobre la aceptabilidad antes y después de usar el simulador; muestra que antes de la aplicación, el 50 % de los participantes estaba “muy de acuerdo” y “algo de acuerdo”, mientras que después de usar el simulador, la aceptación aumentó al 90 %. Para validar estos resultados, se aplica la prueba “t” pareada, obteniendo un valor $p < 0.01$, lo que indica diferencia significativa en la aplicación de esta herramienta digital en el aprendizaje. Además, los participantes indican que la funcionalidad de esta herramienta es positiva en términos de utilidad, con un indicador del 80 % de las respuestas positivas, lo que refleja la aceptación de simuladores web en entornos de enseñanza tradicional (Yamamoto et al., 2023).

Además, en otra investigación sobre el impacto de la simulación virtual en el aprendizaje de Biología Celular, donde se efectúa el análisis diagnóstico usando la encuesta y escala de autoevaluación a 100 estudiantes, se encuentra que el 87 % valoran el aprendizaje virtual e interactivo y manifiestan que la repetición de conceptos y recursos visuales son necesarios para aprender y desarrollar contenidos complicados, por lo que se necesitan simulaciones accesibles. Luego de la aplicación de la simulación virtual, en la encuesta posterior a la experiencia, el 91 % de los estudiantes indican que ellos disfrutaron de la experiencia y la consideran motivadora; además, el 90 % señalan que mejoran la comprensión de conceptos a través de la interacción (Reen et al., 2024).

De manera similar, un estudio reciente analiza la percepción de 400 estudiantes y 12 profesores sobre el uso de simulaciones virtuales en el aprendizaje de Biología Celular, tomando en cuenta la usabilidad, desarrollo actitudinal, apoyo al aprendizaje e impacto y beneficio de las simulaciones de Labster, donde el 90 % de los estudiantes consideran que las simulaciones son atractivas y fáciles de usar (Navarro et al., 2024).

Para finalizar, en otro estudio realizado, para comparar métodos de enseñanza tradicionales y simulaciones computarizadas en la conceptualización de la ley de Ohm, donde tiene lugar pruebas antes y después de la intervención de simulaciones computarizadas a 120 estudiantes de la ciudad de Dordoma. Los resultados de las pruebas analizados mediante la aplicación “t” de estudiante muestran un aumento significativo del aprendizaje de esta ley después de haberse realizado la simulación computarizada; resulta un valor $p < 0.001$ (Erasto et al., 2022). Si bien la ley de Ohm fue desarrollada para sistemas eléctricos, esta ley tiene aplicaciones en fisiología celular y neurociencia, donde la membrana celular funciona como un circuito eléctrico; por ejemplo, esta ley nos permite comprender cómo las células generan y mantienen su potencial de membrana celular (Tang et al., 2021).

5. Conclusiones

- Los resultados de esta investigación demuestran que el simulador web Labxchange es una herramienta digital eficaz para potenciar el aprendizaje de

Biología Celular en los estudiantes de primero de bachillerato de la Universidad Educativa Jacinto Collahuazo, cuyo uso metodológico genera el cambio positivo en la enseñanza aprendizaje mediante la interacción, la comprensión de conceptos complejos, y la motivación estudiantil.

- El efecto del uso de esta herramienta digital fomenta el Aprendizaje Significativo e individual; la implementación permite que el 92.5 % de estudiantes expuestos a esta metodología alcancen y dominen los aprendizajes esperados. Para respaldar esta aseveración, se utiliza la estadística inferencial mediante la prueba Wilcoxon, presentando un valor de $p < 0.001$, lo cual significa que la tecnología Labxchange mejora la metodología de enseñanza de Biología Celular.
- Definitivamente, después de observar el grado de correlación rho de Spearman con un valor de 0.955, resultante del uso de este simulador y el aprendizaje de Biología Celular, avizora la extrema necesidad de integrar esta herramienta en el currículo educativo del Ministerio de Educación del Ecuador, potenciando el aprendizaje estudiantil para que ellos resuelvan desafíos de su diario convivir; además, los docentes podrán hacer uso del manual propuesto Labxchange.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo

presentado.

7. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

8. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

9. Referencias Bibliográficas

- Alcedo Salamanca, Y. A., Jaimes, V. & Quintero, A. (2019). Uso de la herramienta ilustrativa como estrategia gerencial innovadora en la enseñanza de la Biología. *Gestión y Desarrollo Libre*, 4(7). <https://doi.org/10.18041/2539-3669/gestionlibre.7.2019.8136>
- Alvarado-Cortés, J. C., Ramos-Jaubert, R. I. & Cuellar-Pacheco, I. E. (2024). Orientación vocacional y Hebegogía; rumbo a una analogía postmoderna generativa disciplinar. *Revista RedCA*, 7(20), 84-99. <http://dx.doi.org/10.36677/redca.v7i20.22283>
- Alvarado Melitón, D. (2021). Educación emocional: Un complemento en el proceso de enseñanza-aprendizaje virtual a nivel superior durante COVID-19. *Revista*

- Scientific, 6(19), 329–348. <https://doi.org/10.29394/scientific.issn.2542-2987.2021.6.19.17.329-348>
- Anchundia Roldán, N. de J., Anchundia Roldán, M. A., Chila Espinoza, B. M. & Angulo Quiñónez, F. M. (2023). Metodologías Activas para un Aprendizaje Significativo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 6930-6942. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7453
- Behmanesh, F., Bakouei, F., Nikpour, M. & Parvaneh, M. (2022). Comparing the effects of traditional teaching and flipped classroom methods on midwifery students' practical learning: The embedded mixed method. *Technology, Knowledge and Learning*, 27, 599–608. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09478-y>
- Cujilema Mullo, R. E. & Castro Salazar, A. Z. (2022). Herramientas digitales para el desarrollo de la comprensión lectora. *Pacha. Revista de Estudios Contemporáneos del Sur Global*, 3(9), e210131. <https://doi.org/10.46652/pacha.v3i9.131>
- Delgado-Cobeña, E. I., Briones-Ponce, M. E., Moreira-Sánchez, J. L., Zambrano-Dueñas, G. L. & Menéndez-Solórzano, F. A. (2023). Metodología educativa basada en recursos didácticos digitales para desarrollar el Aprendizaje Significativo. *MQRInvestigar*, 7(1), 94–110. <http://dx.doi.org/10.56048/MQR20225.7.1.2023.94-110>
- Doubront-Guerrero, M. A. (2021). Necesidad de una Hebegogía Transformacional. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 17(1). <http://doi.org/10.18004/riics.2021.junio.175>
- Erasto, D., Zawadi, R. & Kyobe, J. (2022). Comparing traditional teaching methods versus computer simulations on students' performance in learning Ohm's Law at Dodoma City Secondary Schools, Tanzania. *Journal of Research Innovation and Implications in Education*, 8(3), 402 – 412. <https://doi.org/10.59765/yftrp4925>
- Falfushynska, H. I., Buyak, B. B., Torbin, G. M., Tereshchuk, G. V., Kasianchuk, M. M. & Karpiński, M. (2022). Enhancing digital and professional competences via the implementation of virtual laboratories for future physical therapists and rehabilitologists. *CEUR Workshop Proceedings*, 9, 355–364. <https://doi.org/10.55056/cte.125>
- Gandolfi, E., Ferdig, R. E. & Soyuturk, I. (2021). Exploring the learning potential of online gaming communities: An application of the game communities of inquiry scale. *New Media and Society*, 25(6), 1374-1393. <https://doi.org/10.1177/14614448211027171>
- García-Chontal, J. A., Murillo-Faustino, A. M. & Pérez-Vertel, R. M. (2023). Simuladores ensamblaje y Packet Tracer y el rendimiento académico en estudiantes de educación media técnica. *Episteme Koinonia*,

- 6(11), 63–78. <https://doi.org/10.35381/e.k.v6i11.2404>
- González Vargas, A. M. & Castro Benavides, D. A. (2022). Simulación biomédica para la educación. *Libros IC*, 1(1), 141–154. <https://doi.org/10.15765/librosic.v1i1.15>
- Gortaire Díaz, D., Beltrán Moreno, M., Mora Herrera, E., Reasco Garzón, B. & Rodríguez Torres, M. (2022). Constructivismo y conectivismo como métodos de enseñanza y aprendizaje en la educación universitaria actual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(6), 14046-14058. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4672
- Guerrero Salazar, C. V. (2022). Limitaciones del conectivismo en el Ecuador: necesidades urgentes para la calidad. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 22(33), 80-89. <https://cienciaytecnologia.uteg.edu.ec/revista/index.php/cienciaytecnologia/article/view/513>
- Huamantupa Mamani, K. (2023). La inteligencia emocional y el aprendizaje significativo. *Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 7(27), 454–467. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v7i27.529>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa [INEVAL]. (2023). Resultado de evaluaciones nacionales, Ser Estudiante Nivel de Bachillerato. Calle Luis Cordero El-14 y Av. 10 de Agosto. Quito-Ecuador. <http://evaluaciones.evaluacion.gob.ec/BI/nacionales-informes-y-resultados/>
- LabXchange team. (2020). Honoring the Legacy of LabXchange Founder Dr. Robert Lue. LabChange. <https://about.labxchange.org/blog/honoring-the-legacy-of-labxchange-founder-dr-robert-lue>
- Listiawati, M., Hartati, S., Agustina, R. D., Putra, R. P. & Andhika, S. (2022). Analysis of the use of LabXChange as a virtual laboratory media to improve digital and information literacy for Biology education undergraduate students. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 11(1). <https://doi.org/10.24235/sc.educatia.v11i1.10278>
- Ministerio de Educación del Ecuador [MINEDUC]. (2016). Instructivo para la aplicación de la evaluación estudiantil. Subsecretaría de apoyo, seguimiento y regulación de la educación. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/07/Instructivo-para-la-aplicacion-de-la-evaluacion-estudiantil.pdf>
- Ministerio de Educación del Ecuador [MINEDUC]. (2024a). Biología, Bachillerato general. Estudios y Construcciones Uleam-Ep. https://recursos.educacion.gob.ec/wp-content/uploads/2024/Textos/Bachillerato/1ro_BG/1ro_BG_BIOLOGIA.pdf
- Ministerio de Educación del Ecuador [MINEDUC]. (2024b). Lineamientos institucionales para integrar los dispositivos tec-

- nológicos e internet. Dirección Nacional de Tecnologías para la Educación. <http://recursos.educacion.gob.ec/red/lineamientos-institucionales-para-integrar-los-dispositivos-tecnologicos-e-internet/>
- Miranda-Núñez, Y. R. (2022). Aprendizaje Significativo desde la praxis educativa constructivista. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 7(13), 79–91. <https://doi.org/10.35381/r.k.v7i13.1643>
- Nahuelcura-Millán, N. (2023). Innovación en la Enseñanza de la Anatomía Humana: Aula Invertida y su Aplicación. *International Journal of Morphology*, 41(2). <https://doi.org/10.4067/s0717-95022023000200389>
- Nanto, D., Agustina, R. D., Ramadhanti, I., Putra, R. P. & Mulhayatiah, D. (2022). The usefulness of LabXChange virtual lab and PhyPhox real lab on pendulum student practicum during a pandemic. *Journal of Physics: Conference Series*, 2157(1), 21-22. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2157/1/012047>
- Navarro, C., Arias-Calderón, M., Henríquez, C. A. & Riquelme, P. (2024). Assessment of student and teacher perceptions on the use of virtual simulation in Cell Biology Laboratory Education. *Education Sciences*, 14(3), 243. <https://doi.org/10.3390/educsci14030243>
- Nesbitt, K. T., Blinkoff, E., Golinkoff, R. M. & Hirsh-Pasek, K. (2023). Making schools work: An equation for active, playful learning. *Theory into practice*, 62(2), 141-154. <https://doi.org/10.1080/00405841.2023.2202136>
- Onowugbeda, F. U., Agbanimu, D. O., Okebukola, P. A., Ibukunolu, A. A., Tokunbo Odekeye, O. & Olori, O. E. (2023). Reducing anxiety and promoting meaningful learning of biology concepts through a culturally sensitive and context-specific instructional method. *International Journal of Science Education*, 45(15), 1303-1320. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2202799>
- Paladines Enriquez, N. R. (2023). Implementación efectiva de las TIC en la educación para mejorar el aprendizaje: una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 5788-5804. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4862
- Parker, R., Thomsen, B. S. & Berry, A. (2022). Learning through play at School – A framework for policy and practice. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.751801>
- Ramón Noblecilla, A. M., Hidalgo Encarnación, D. O., Rivas Sánchez, O. E. & Coronel Fárez, D. F. (2023). Análisis bibliométrico de la producción científica sobre educación virtual en tiempos de COVID-19. *Revista Multidisciplinaria Investigación Contemporánea*, 1(2), 58-77. <https://doi.org/10.58995/redlic.ic.v1.n2.a49>

- Ramos-Galarza, C. (2021). Editorial: Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica* 10(1):1-17 <http://dx.doi.org/10.33210/ca.v10i1.356>
- Ravelo Díaz, Z. (2022). Hebegogía, gnosiss de transición entre la pedagogía y la andragogía en la formación del adolescente. *HOLOPRAXIS. Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 6(1), 73–92. <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/holopraxis/article/view/2993>
- Reen, F. J., Jump, O., McEvoy, G., McSharry, B. P., Morgan, J., Murphy, D., ... Supple, B. (2024). Students informed development of virtual reality simulations for teaching and learning in the molecular sciences. *Journal of Biological Education*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/00219266.2024.2386250>
- Revisionvillage. (2024). IB Biology SL. Past Papers. <https://www.revisionvillage.com/ib-biology/sl/past-papers/>
- Robles Ortega, D. A., Hernández Rosales, M. J., Mendoza Chavarria, V. C. & Guaña Moya, J. (2022). La educación tradicional vs La educación virtual. *Recimundo*, 6(4), 689–698. [http://dx.doi.org/10.26820/recimundo/6.\(4\).octubre.2022.689-698](http://dx.doi.org/10.26820/recimundo/6.(4).octubre.2022.689-698)
- Rubio-Campillo, X. (2022). Identificación computacional de temáticas históricas en contextos de aprendizaje informal: el caso de los juegos de mesa. *Clío*, (48). https://doi.org/10.26754/ojs_clio/clio.2022487369
- Salas-Rueda, R. A. (2023). Metodología para el diseño de aplicaciones educativas y su implementación en el campo de las matemáticas. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 9(1). <https://doi.org/10.46377/dilemas.v11i1.3728>
- Smyrnova, I. M., Kononenko, A. H. & Knysh, S. I. (2023). Formation of digital competence in students of higher education. *Innovate Pedagogy*, 2(56), 134–137. <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2023/56.2.29>
- Suárez-Guerrero, C., San Martín Alonso, Á. & Limaymanta, C. (2022). Estado y dissemination del conectivismo. *Análisis bibliométrico. Education in the Knowledge Society (EKS)*, (23), e28212. <https://doi.org/10.14201/eks.28212>
- Tang, J., Riley, W. J., Marschmann, G. L. & Brodie, E. L. (2021). Conceptualizing biogeochemical reactions with an Ohm's Law Analogy. *Journal of Advances in Modeling Earth Systems*, 13(10), e2021MS002469. <https://doi.org/10.1029/2021MS002469>
- Towner, E., Chierchia, G. & Blakemore, S. J. (2023). Sensitivity and specificity in affective and social learning in adolescence. *Trends in Cognitive Sciences*, 27(7), 642–655. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2023.04.002>

- Triyanto, S. A., Wahidin, W., Hartania, N., Solihat, A. & Sutrisno, S. (2022). Blended problem-based learning with integrated social media-based learning media in improving students' critical thinking skills. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 15(2), 242–254. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.25792>
- Varguillas, C. (2023). TIC y educación contemporánea. Editorial Unach. <https://doi.org/10.37135/u.editorial.05.107>
- Villada, J. & Velasquez, J. (2023). ¿Puede la pertenencia al grupo explicar la paradoja de la imitación? Fidelidad y flexibilidad, dos características del aprendizaje cultural. *Electronic Journal of Research in Education Psychology*, 21(61), 619-644. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v21i61.7785>
- Wassinger, C. A., Owens, B., Boynewicz, K., & Williams, D. A. (2022). Flipped classroom versus traditional teaching methods within musculoskeletal physical therapy: a case report. *Physiotherapy Theory and Practice*, 38(13), 3169-3179. <https://doi.org/10.1080/09593985.2021.1941457>
- Yamamoto, T., Weitemier, A., & Kurokawa, M. (2023). Smartphone-enabled web-based simulation of Cellular Neurophysiology for laboratory courses and its effectiveness. *Journal of Undergraduate Neuroscience Education*, 21(2), A151-A158. <https://doi.org/10.59390/rcvf6232>
- Zulyusri, Z., Desy, D., Santosa, T. A., & Yulianti, S. (2022). Meta-analysis: The effect of the technological pedagogical content knowledge (TPACK) model through online learning on Biology learning outcomes, learning effectiveness, and 21st century competencies of post-COVID-19 Students and Teachers. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 34(2), 285-294. <https://doi.org/10.52155/ijpsat.v34.2.4631>