

Aprendizaje por indagación mediado por entornos virtuales en habilidades experimentales de estudiantes universitarios peruanos

Inquiry-based learning mediated by virtual environments on experimental skills of peruvian university students

 Luis Angel Alfaro Allende ¹

 Jakelin Solina Miraval Marquez ²

 Jorge Leoncio Rivera Muñoz ³

¹ Universidad Nacional
Federico Villarreal. Lima,
Perú. Correo:
luisalfaro76@yahoo.es

² Universidad Nacional Mayor
de San Marcos. Lima, Perú.
Correo:
jakelin.miraval@unmsm.edu.pe

³ Universidad Nacional Mayor
de San Marcos. Correo:
jriveram@unmsm.edu.pe

Cómo citar: Alfaro Allende, L. A., Miraval Marquez, J. S., & Rivera Muñoz, J. L. (2026). Aprendizaje por indagación mediado por entornos virtuales en habilidades experimentales de estudiantes universitarios peruanos. *Revista de Educación Simón Rodríguez*, 6(12), 1-16
<https://doi.org/10.62319/simonrodriguez.v.6i12.208>

Resumen

Introducción: La formación experimental de futuros docentes de ciencias enfrenta desafíos debido a las limitaciones de infraestructura y disponibilidad de laboratorios universitarios. En este contexto, los entornos virtuales constituyen una alternativa para fortalecer procesos de aprendizaje científico basados en la indagación. **Objetivo:** Determinar la influencia del aprendizaje por indagación mediado por entornos virtuales sobre el desarrollo de habilidades experimentales en estudiantes del último ciclo de la especialidad de Biología y Química de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú. **Metodología:** Se desarrolló una investigación con enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental. La muestra estuvo conformada por 14 estudiantes distribuidos en grupo control y grupo experimental. Se aplicó una prueba de 20 reactivos para evaluar habilidades experimentales antes y después de la intervención educativa. **Resultados:** Los resultados del pretest evidenciaron que el 92,8 % de los participantes obtuvo calificaciones desaprobatorias. Después de la intervención, el 86 % de los estudiantes del grupo experimental alcanzó un nivel óptimo, mientras que el grupo control presentó un 43 % de desaprobación. La prueba t de Student confirmó diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos ($p < 0,05$). **Conclusiones:** El aprendizaje por indagación mediado por entornos virtuales influye significativamente en el desarrollo de habilidades experimentales en futuros docentes de ciencias. Esta estrategia representa una alternativa pertinente para complementar la formación práctica cuando existen limitaciones en los espacios tradicionales de laboratorio.

Palabras clave: Aprendizaje por indagación; Entornos virtuales; Formación docente; Habilidades experimentales; Investigación cuasiexperimental

Abstract

Introduction: The experimental training of pre-service science teachers faces significant hurdles, primarily driven by infrastructure constraints and limited access to university laboratories. In this context, virtual learning environments (VLEs) emerge as a robust alternative to catalyze inquiry-based learning (IBL) processes. **Objective:** This study aimed to determine the impact of inquiry-based learning mediated by virtual environments on the development of experimental skills among final-year Biology and Chemistry education students at the Universidad Nacional Mayor de San

Marcos (Peru). **Methodology:** A quantitative approach with a quasi-experimental design was employed. The sample consisted of 14 students, assigned to control and experimental groups. Experimental skills were assessed using a 20-item instrument administered both before and after the educational intervention. **Results:** Pre-test results revealed that 92.8% of participants obtained failing scores. Following the intervention, 86% of the experimental group achieved an optimal proficiency level, whereas 43% of the control group remained at a failing level. Student's t-test confirmed statistically significant differences between both groups ($p < 0.05$). **Conclusions:** Inquiry-based learning mediated by virtual environments significantly enhances the development of experimental skills in pre-service science teachers. This strategy constitutes a pertinent alternative to traditional laboratory settings, particularly when physical infrastructure is limited.

Keywords: Inquiry-based learning; Teacher training; Virtual environments; Experimental skills; Quasi-experimental research

Introducción

La formación de los futuros docentes de ciencias exige el desarrollo de competencias metodológicas y experimentales que trasciendan el dominio teórico de la disciplina. Las universidades latinoamericanas enfrentan retos para fortalecer perfiles de egreso capaces de unir el saber conceptual con la praxis científica, situación relevante en programas de Biología y Química donde la dimensión experimental resulta insustituible (Pérez y Siso, 2025). La incorporación de la investigación formativa en el diseño curricular fortalece el aprendizaje en el aula y aporta una alternativa metodológica que reorienta la enseñanza hacia la práctica investigativa (Pinedo, 2026). En sintonía con lo anterior, la educación científica universitaria presenta enfoques desorganizados, currículos fragmentados y docentes con formación insuficiente, factores que limitan el desarrollo de las competencias científicas en el pregrado (Castillo, 2026).

Ante este panorama, el aprendizaje por indagación se posiciona como una alternativa pedagógica que sitúa al estudiante en el centro de la construcción del conocimiento científico. La revisión sistemática de 56 estudios sobre educación científica basada en indagación en la formación del profesorado evidencia que esta estrategia promueve el aprendizaje de conceptos y procesos científicos, aunque resultan escasas las investigaciones sobre la transición entre ambos planos (Strat et al., 2024). En línea con lo anterior, los factores que favorecen la competencia indaga abarcan las experiencias previas, la acción colectiva y el sentimiento de aprender (Pasquel et al., 2025). Unido a esto, la enseñanza basada en indagación influye de forma positiva en las actitudes de los alumnos hacia la ciencia al incorporar prácticas de formulación de preguntas y análisis de evidencias (Ganajová et al., 2025).

En otra dimensión de análisis, las habilidades experimentales son fundamentales en la formación del profesorado de ciencias, pues habilitan al docente para diseñar, ejecutar y evaluar experiencias de laboratorio con rigor metodológico. Una propuesta de medios educativos orientados a promover habilidades experimentales durante actividades de Química Inorgánica demuestra que la selección intencionada de recursos didácticos fortalece el desempeño procedural de los estudiantes y eleva la calidad del trabajo de laboratorio universitario (Álvarez et al., 2025). De igual modo, una investigación con profesores de química en formación que empleó aprendizaje colaborativo orientado a

investigación señala que esta estrategia incrementa las habilidades de procesos científicos y el pensamiento crítico (Irwanto, 2023). El progreso de las habilidades científicas en distintos niveles educativos confirma que la metodología indagatoria favorece la capacidad investigativa de los alumnos (Morales y Álvarez, 2024).

Frente a los desafíos que imponen los laboratorios físicos, los entornos virtuales resultan una mediación didáctica que amplía las posibilidades de experimentación y flexibiliza el aprendizaje de las ciencias. Una revisión sistemática sobre laboratorios virtuales en la enseñanza de las ciencias constata que estas herramientas arrojan resultados positivos en la mayor parte de los casos analizados, con especial incidencia en la mejora del rendimiento conceptual y procedimental de los estudiantes (Campos y Benarroch, 2024). En esta misma línea, la valoración que alumnos y docentes hacen sobre el uso de simulaciones virtuales en laboratorios de biología celular refleja una incidencia favorable en la motivación y en la comprensión de fenómenos complejos (Navarro et al., 2024). En el contexto peruano, el análisis del uso de entornos virtuales en el rendimiento académico universitario confirma su valor al integrarse con un diseño pedagógico sólido (Vásquez et al., 2023).

Ante este panorama y en el escenario concreto de las facultades de educación de universidades públicas peruanas, la enseñanza de las ciencias continúa anclada en contenidos conceptuales con escaso énfasis en lo práctico-experimental. La carencia de laboratorios equipados y la existencia de guías rutinarias reducen la praxis experimental a simples recetarios que anulan la curiosidad del estudiante. La situación ideal exige un docente con capacidad para diseñar secuencias auténticas de aprendizaje que relacione indagación, tecnología y rigor metodológico. Para abordar esta problemática, la investigación recurre al aprendizaje por indagación mediado por entornos virtuales. De allí surgen las preguntas: ¿cuál es la influencia de esta estrategia sobre el desarrollo de las habilidades experimentales de los alumnos del último ciclo de Biología y Química de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en Perú? ¿Existen diferencias significativas entre un grupo con instrucción tradicional y otro con indagación virtual?

En vista de lo anterior, un estudio en este sentido contribuiría a enriquecer la base teórica y empírica sobre la formación experimental del profesorado de ciencias en contextos con recursos limitados. La importancia radica en validar estrategias que permitan flexibilizar el currículo, perfeccionar el perfil de egreso docente y propiciar debates académicos sobre la enseñanza de las ciencias en la universidad pública. Asimismo, los resultados pueden orientar el diseño de programas de capacitación docente y la formulación de políticas que fortalezcan la dimensión experimental de la formación inicial. En virtud de ello, el objetivo del presente estudio fue determinar la influencia del aprendizaje por indagación mediado por entornos virtuales sobre el desarrollo de habilidades experimentales en los estudiantes del último ciclo de la especialidad de Biología y Química de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en Perú.

Método

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental de grupos intactos, dado que los grupos ya estaban conformados por la propia estructura académica de la facultad. El diseño implicó la manipulación intencional de la variable

independiente, el aprendizaje por indagación mediado por entornos virtuales, para evaluar su influencia sobre la variable dependiente, el desarrollo de habilidades experimentales. Las comparaciones entre el grupo control y el experimental se organizaron a través de mediciones simultáneas antes y después de la intervención pedagógica, lo cual permitió contrastar los cambios atribuibles al programa. La selección del diseño cuasiexperimental respondió a la necesidad de preservar la dinámica natural del aula universitaria y a la imposibilidad de asignar los participantes de forma aleatoria, condición que se ajusta a la naturaleza de los estudios educativos en contextos reales.

En cuanto a la población objeto de estudio, estuvo conformada por la totalidad de estudiantes matriculados en el último ciclo de la especialidad de Biología y Química de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en Perú. Se trabajó con un muestreo no probabilístico por conveniencia que agrupó a 14 sujetos académicos, distribuidos de forma homogénea en dos grupos de 7 integrantes cada uno. Los criterios de inclusión exigieron estar matriculado en el último ciclo, asistir de forma regular a las sesiones de la asignatura de Didáctica de las Ciencias y consentir la participación mediante firma informada. Quedaron excluidos los alumnos con inasistencias superiores al 20% y aquellos que ya habían cursado asignaturas similares con estrategias de indagación. El grupo control recibió la instrucción tradicional con guías de laboratorio rutinarias y el experimental se expuso al programa de indagación científica en un ecosistema virtual.

Respecto a las variables del estudio, la independiente corresponde al aprendizaje por indagación mediado por entornos virtuales, operacionalizada a través de las cuatro fases secuenciales descritas. Se conceptualiza la variable dependiente, el desarrollo de habilidades experimentales, como el conjunto de destrezas cognitivas y procedimentales que permiten al estudiante formular problemas científicos, diseñar investigaciones, procesar datos y reflexionar sobre el procedimiento. Se definió cuatro dimensiones operativas: Conocimiento y Comprensión, Diseño de la Investigación, Ejecución y Procesamiento de Datos, y Reflexión. Cada dimensión agrupa cinco reactivos del instrumento y posee indicadores observables que permiten su evaluación cuantitativa. Esta operacionalización facilita la medición del constructo y asegura la correspondencia entre el marco teórico y la prueba aplicada, lo cual robustece la validez interna del estudio y la consistencia del análisis.

En cuanto a la intervención, el grupo experimental participó en una estrategia fundamentada en una adaptación del modelo de Marshall y French, operacionalizada en cuatro fases secuenciales. La primera fase, Determinación del Objetivo, orientó la clarificación conceptual del propósito de la investigación científica por iniciar. La segunda, Centrar Conceptos, identificó y delimitó las ideas centrales transferibles indispensables en el andamiaje del aprendizaje. La tercera fase, Investigación, ejecutó la búsqueda, recolección, selección y organización de la información disponible en repositorios y simuladores virtuales. La cuarta, Generalización, sintetizó los hallazgos mediante el enunciado de principios rectores y leyes generales aplicables a la investigación por realizar. Cada fase se desarrolló en sesiones que combinaron trabajo individual y colaborativo dentro del ecosistema virtual diseñado para la intervención pedagógica.

Para asegurar la fidelidad de la intervención, se diseñó un protocolo detallado que estandarizó la duración, los materiales y las actividades de cada sesión. El docente

responsable del grupo experimental recibió capacitación previa sobre las cuatro fases del modelo adaptado de Marshall y French, así como sobre el uso pedagógico del ecosistema virtual. Además, se supervisó el desarrollo de las sesiones mediante observaciones no participantes y registro de notas de campo, lo cual permitió verificar el cumplimiento del protocolo. El ecosistema virtual contempló simuladores de laboratorio, repositorios de información científica y herramientas colaborativas que facilitaron la interacción entre los estudiantes. Cada sesión tuvo una duración de 90 minutos e incluyó actividades sincrónicas y asincrónicas que promovieron el aprendizaje colaborativo y la construcción compartida del conocimiento científico entre los participantes.

Para las mediciones del pretest y postest, se diseñó un instrumento compuesto por 20 reactivos teóricos y operacionales distribuidos de forma equitativa en cuatro bloques analíticos. El primer bloque, Conocimiento y Comprensión, evaluó la apropiación del lenguaje conceptual y la terminología técnica. El segundo, Diseño de la Investigación, midió la destreza para plantear problemas científicos, formular hipótesis coherentes, delimitar variables y modelar métodos lógicos. El tercer bloque, Ejecución y Procesamiento de Datos, valoró la capacidad de registrar, organizar, tabular y procesar datos empíricos para estructurar conclusiones válidas. El cuarto, Reflexión, abordó la metacognición, la identificación de limitaciones y la propuesta de planes de optimización procedural. Cada reactivo ofreció cuatro opciones de respuesta y se calificó sobre una escala vigesimal de 0 a 20 puntos, lo cual permitió una evaluación cuantitativa del desempeño.

Antes de la aplicación definitiva del instrumento, se realizó una prueba piloto con tres estudiantes con características similares a la muestra, pero que no participaron en el estudio principal. El propósito consistió en evaluar la claridad de los reactivos, el tiempo requerido para responder y la pertinencia de las opciones de respuesta. Los resultados de la prueba piloto permitieron ajustar la redacción de tres reactivos que presentaban ambigüedad y reorganizar el orden de algunos ítems para mejorar la progresión lógica del instrumento. El tiempo promedio de respuesta fue de 75 minutos, tiempo considerado adecuado para una prueba de 20 reactivos. Estos ajustes previos fortalecieron la calidad del instrumento y redujeron el riesgo de sesgos de medición durante la aplicación del pretest y postest a los participantes del estudio.

Unido a esto, se determinó la validez de contenido de los instrumentos mediante la técnica de juicio de expertos, con la participación de un grupo de especialistas en didáctica de las ciencias y metodología de la investigación. Los jueces cuantificaron la idoneidad de cada reactivo al emplear el Índice de Validez de Contenido de Lawshe, que evalúa el grado de acuerdo sobre la representatividad de cada ítem respecto al constructo medido. El análisis reportó un Índice de Validez de Contenido global de 0.82, valor que supera el umbral mínimo aceptable para instrumentos con más de cinco jueces y garantiza la representatividad teórica del instrumento. El análisis verificó la confiabilidad a través del coeficiente alfa de Cronbach, que alcanzó un valor de 0.84, lo cual confirma la consistencia interna de la prueba. Estos indicadores respaldan la robustez psicométrica del instrumento.

El procedimiento para la recolección de datos siguió una secuencia que aseguró el control de variables extrañas. En una primera semana, se aplicó el pretest a ambos grupos en condiciones idénticas de tiempo y espacio, con una duración de 90 minutos por grupo. Durante las ocho semanas consecutivas posteriores, el grupo experimental recibió la

intervención de indagación mediada por entornos virtuales y el grupo control continuó con la enseñanza tradicional basada en guías de laboratorio rutinarias. Ambos grupos mantuvieron la misma carga horaria, los mismos contenidos curriculares y al docente responsable de la asignatura. Al término de la intervención, se aplicó el postest con características idénticas al pretest. Luego, se codificaron y procesaron los datos en una base de datos para el análisis estadístico posterior, donde se aseguró la trazabilidad y el anonimato de los participantes.

El estudio contó con la aprobación del comité de ética de la institución y respetó los principios de la Declaración de Helsinki en su versión más reciente. Cada participante firmó un consentimiento informado donde se les explicaron los objetivos, los procedimientos, los riesgos y los beneficios de la investigación. Se garantizó la confidencialidad de los datos mediante la asignación de códigos anónimos a cada estudiante, así como el carácter voluntario de la participación y la posibilidad de retirarse del estudio en cualquier momento sin consecuencias académicas. Los investigadores declaran que no existieron conflictos de interés y que destinaron los resultados a fines académicos y de mejora de la práctica docente. El tratamiento de los datos personales se ajustó a la normativa peruana de protección de datos vigente en el momento del estudio.

En lo concerniente al análisis estadístico, se realizó con el software IBM SPSS Statistics versión 25. Primero, se verificaron los supuestos de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk, adecuada para muestras menores a cincuenta observaciones, y la homogeneidad de varianzas a través de la prueba de Levene. Para la contrastación de la hipótesis principal, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, con prueba bilateral y un nivel de significación aceptado de 0.05. La hipótesis nula postuló la ausencia de diferencias significativas entre las medias de los grupos control y experimental en el postest y la hipótesis alternativa sostuvo la existencia de tales diferencias. Además, los análisis calcularon estadígrafos descriptivos como la media, la desviación estándar y los porcentajes por nivel de logro para caracterizar el desempeño de cada grupo en ambas mediciones.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la investigación sobre la influencia del aprendizaje por indagación mediado por entornos virtuales en las habilidades experimentales de los estudiantes del último ciclo de la especialidad de Biología y Química. Se exponen las características de los participantes del estudio, los resultados del pretest que dan cuenta del nivel inicial de ambos grupos, los del postest que evidencian los cambios tras la intervención, la verificación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, y la contrastación de la hipótesis mediante la prueba t de Student para muestras independientes.

En la Tabla 1 se presenta una caracterización demográfica de los catorce estudiantes que conformaron la muestra del estudio, distribuidos en grupo control y experimental. La información aborda el sexo de los participantes, la edad promedio y los rangos etarios predominantes en cada grupo. Esta caracterización resulta indispensable para evaluar la equivalencia inicial de ambos grupos y descartar sesgos asociados a variables demográficas que pudieran influir en los resultados del postest. La distribución homogénea de los participantes entre ambos grupos fortalece la validez interna del diseño

cuasiexperimental y respalda la comparación entre las mediciones pretest y posttest que se presentan en las tablas siguientes.

Tabla 1. Caracterización de la muestra según grupo, sexo y edad.

Característica	Grupo control (n=7)		Grupo experimental (n=7)		Total (n=14)	
	n	%	n	%	n	%
Sexo femenino	4	57.1	5	71.4	9	64.3
Sexo masculino	3	42.9	2	28.6	5	35.7
Edad promedio (años)	22.4		22.7		22.6	
Rango 21-23 años	5	71.4	6	85.7	11	78.6
Rango 24-26 años	2	28.6	1	14.3	3	21.4

Como puede apreciarse en la Tabla 1, ambos grupos presentaron una composición similar en cuanto a sexo y edad, lo cual reduce el riesgo de sesgos asociados a variables demográficas. El grupo control contó con cuatro mujeres y tres hombres, en cambio, el experimental contempló cinco mujeres y dos hombres, con una predominancia femenina coherente con la matrícula habitual de la especialidad. La edad promedio osciló entre 22.4 y 22.7 años, con una concentración superior al 70% en el rango de 21 a 23 años para ambos grupos. Esta uniformidad permite atribuir las diferencias observadas en el posttest a la intervención pedagógica más que a características previas de los participantes. El tamaño muestral, aunque limitado, refleja la población total matriculada en el último ciclo durante el periodo del estudio.

En cuanto a los niveles de logro alcanzados por ambos grupos en el pretest, en la Tabla 2 se expone los resultados obtenidos. Los mismos se han organizados en tres categorías: deficiente, intermedio y óptimo. Los datos incluyen las frecuencias y porcentajes por grupo, así como el promedio obtenido sobre la escala vigesimal de 20 puntos. Esta información permite establecer el punto de partida de los estudiantes antes de la intervención y verificar la equivalencia inicial entre el grupo control y el experimental. El análisis de los niveles de logro en el pretest permite interpretar los cambios registrados en el posttest y valorar el efecto de la estrategia de indagación mediada por entornos virtuales.

Tabla 2. Niveles de logro en el pretest según grupo de estudio.

Nivel de logro	Grupo control (n=7)		Grupo experimental (n=7)		Total (n=14)	
	n	%	n	%	n	%
Deficiente (0-10)	7	100	6	85.7	13	92.8
Intermedio (11-15)	0	0.0	1	14.3	1	7.2
Óptimo (16-20)	0	0.0	0	0.0	0	0.0
Promedio (sobre 20)	6.71		7.14		6.93	

Los datos descritos en la Tabla 2 indican que el pretest refleja un escenario de bajo dominio de las habilidades experimentales en ambos grupos al inicio del estudio. El 92.8% de los estudiantes obtuvo calificaciones desaprobatorias, con un promedio general de 6.93 sobre 20 puntos, lo cual evidencia deficiencias significativas en el conocimiento y el manejo de destrezas relacionadas con el diseño experimental y el procesamiento de

datos. El grupo control registró un promedio de 6.71, por debajo del 7.14 del grupo experimental, diferencia que no resulta significativa y que confirma la equivalencia inicial de ambos grupos. Solo un alumno del grupo experimental alcanzó el nivel intermedio con 11 puntos y ninguno logró el nivel óptimo. Estos resultados justifican la necesidad de una intervención pedagógica.

A este respecto se une la Tabla 3, que contrasta los niveles de logro del pretest y el postest en ambos grupos. La tabla organiza la información de modo que permite visualizar el tránsito desde el nivel deficiente hacia el intermedio y el óptimo tras la intervención. Los promedios de cada grupo en ambas mediciones se incluyen al final para facilitar la comparación cuantitativa. Esta presentación facilita la identificación de patrones de mejora y la valoración del efecto diferencial de la enseñanza tradicional frente a la estrategia de indagación mediada por entornos virtuales en cada uno de los grupos participantes.

Tabla 3. Niveles de logro en el postest y comparación con el pretest.

Nivel de logro	Control				Experimental			
	Pretest		Postest		Pretest		Postest	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Deficiente (0-10)	7	100.0	3	42.9	6	85.7	0	0.0
Intermedio (11-15)	0	0.0	4	57.1	1	14.3	1	14.3
Óptimo (16-20)	0	0.0	0	0.0	0	0.0	6	85.7
Promedio (sobre 20)	6.71		11.14		7.14		16.71	

Los resultados descritos en la Tabla 3 indican un contraste marcado entre ambos grupos tras la intervención. El grupo experimental mostró un incremento sustancial en su promedio, al pasar de 7.14 a 16.71 puntos, con el 85.7% de sus integrantes en el nivel óptimo y ninguno en el nivel deficiente. El grupo control, por su parte, avanzó de 6.71 a 11.14 puntos, con un 57.1% en el nivel intermedio y un 42.9% que mantuvo calificaciones desaprobatorias. Ningún estudiante del grupo control alcanzó el nivel óptimo. La diferencia de más de cinco puntos entre los promedios del postest favorece al grupo experimental e indica que la estrategia de indagación mediada por entornos virtuales produjo un efecto pedagógico superior al de la enseñanza tradicional.

Además de esto, la Tabla 4 presenta los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk aplicada a los puntajes del postest de ambos grupos. Se recoge el valor del estadístico W, los grados de libertad correspondientes al tamaño de cada grupo y el nivel de significancia asociado. Esta verificación constituye un requisito previo al uso de pruebas paramétricas, pues garantiza que los datos se ajustan a una distribución normal y habilita la aplicación legítima de la prueba t de Student para la contrastación de la hipótesis principal del estudio. La elección de Shapiro-Wilk sobre otras pruebas obedece a su mayor potencia estadística en muestras pequeñas, condición que caracteriza al presente estudio.

Tabla 4. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para los puntajes del postest.

Grupo	Estadístico W	gl	Sig. (p)
Control	0.91	7	0.42

Experimental	0.89	7	0.31
--------------	------	---	------

En sintonía con lo anterior, la verificación del supuesto de normalidad resultó indispensable para aplicar la prueba t de Student con garantías estadísticas. La Tabla 4 muestra que el estadístico W de Shapiro-Wilk arrojó valores de 0.91 para el grupo control y 0.89 para el experimental, con niveles de significancia de 0.42 y 0.31 en cada grupo. Al ser ambos valores superiores al umbral de 0.05, se aprecia que los puntajes del postest siguen una distribución normal en ambos grupos. Este resultado valida el uso de pruebas paramétricas para la contrastación de la hipótesis principal del estudio.

Como complemento a lo anterior, la Tabla 5 reúne los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene y de la prueba t de Student para muestras independientes. Se presenta los resultados para la prueba t, según se asuman varianzas iguales o desiguales, junto con los valores del estadístico F de Levene, el estadístico t, los grados de libertad y el nivel de significancia bilateral. La diferencia de medias entre ambos grupos se incluye al final para facilitar la interpretación del sentido y la magnitud del efecto observado. Esta tabla condensa la prueba estadística principal del estudio y ofrece los elementos necesarios para aceptar o rechazar la hipótesis nula planteada en el apartado metodológico.

Tabla 5. Prueba de Levene y prueba t de Student para muestras independientes.

	F (Levene)	Sig. (Levene)	t	gl	Sig. (p, bilateral)
Varianzas iguales	1.24	0.28	-5.93	12	0.000
Varianzas desiguales	—	—	-5.93	11.4	0.000
Diferencia de medias	—	—	-5.57	—	—

Derivado de lo expuesto, la Tabla 5 presenta los resultados de la prueba de Levene y de la prueba t de Student para muestras independientes. El estadístico F de Levene alcanzó un valor de 1.24 con una significancia de 0.28, valor superior al umbral de 0.05, lo cual confirma la homogeneidad de varianzas entre ambos grupos. En consecuencia, se interpretó la fila correspondiente a varianzas iguales. El valor del estadístico t fue de -5.93 con 12 grados de libertad y un nivel de significancia bilateral de 0.000, muy inferior al 0.05 aceptado. Este resultado permite rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias y aceptar la hipótesis alternativa que indica que existen diferencias con significación estadística entre los promedios del postest de ambos grupos.

Discusión

En el estudio se obtuvo bajo nivel inicial de habilidades experimentales, el cual se observa en el pretest, donde el 92.8% de los estudiantes obtuvo calificaciones desaprobatorias. A tono con esto y en el mismo contexto de estudio, [Ancoco et al. \(2024\)](#), en un estudio con docentes de Biología y Química de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, confirma esta debilidad al evidenciar que los recursos didácticos disponibles resultan insuficientes para sostener una enseñanza por competencias. En la misma línea, [Bernabe et al. \(2025\)](#) reportan que los estudiantes universitarios peruanos muestran actitudes débiles hacia la educación virtual y presentan carencias en destrezas científicas básicas, fenómeno atribuible a la fragmentación

curricular. Navarro y Ocaña (2026) señalan que la efectividad de los entornos virtuales en la formación profesional universitaria depende de las competencias previas, lo cual coincide con el déficit inicial observado en la presente investigación.

En cuanto al efecto de la intervención, los resultados del postest mostraron que el 86% del grupo experimental alcanzó el nivel óptimo, frente al 0% del grupo control. Betancourt et al. (2023), al evaluar los efectos de los laboratorios virtuales en competencias procedimentales de ciencias naturales en estudiantes de octavo grado, hallaron que estos ambientes digitales producen mejoras significativas en el rendimiento académico al articularse con un diseño pedagógico estructurado, hallazgo que concuerda con el incremento promedio de 9.57 puntos observado en el grupo experimental. A este respecto, Carhuaricra et al. (2024), en un estudio con estudiantes de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de Pasco, comprobaron que el uso del laboratorio virtual se relaciona de forma directa con los logros de aprendizajes procedimentales en Biología y Química. Wong et al. (2026) destacan que un programa de tecnologías fortalece las competencias digitales de estudiantes de Lima.

En otra dimensión de análisis, el avance del grupo experimental en las cuatro dimensiones evaluadas se alinea con los hallazgos de investigaciones latinoamericanas recientes. Herrera (2024), en un estudio con profesores de ciencias en formación inicial de una universidad chilena, plantea que la percepción favorable hacia el desempeño didáctico-curricular se asocia con un mejor desempeño en tareas de diseño experimental y procesamiento de datos, resultado consistente con el incremento registrado en las dimensiones de Conocimiento y Diseño del presente estudio. Por otro lado, Sarmiento et al. (2024), al explorar la percepción de profesores universitarios peruanos sobre la investigación educativa, identifican que las disciplinas científicas básicas muestran una mayor valoración de las prácticas investigativas, lo cual indica una afinidad disciplinar que favorece la adopción de metodologías indagatorias. Estas evidencias confirman la coherencia entre el enfoque indagatorio y las dimensiones evaluadas.

Sumado a lo anterior, la eficacia de los entornos virtuales como mediadores de la indagación encuentra respaldo en diversos estudios internacionales. Bizzio et al. (2024), en un análisis del uso de simulaciones científicas interactivas para fortalecer la formación inicial de docentes de Química en la Universidad Nacional de San Juan, Argentina, concluyen que estas herramientas potencian el diseño de actividades de aprendizaje de mayor profundidad conceptual y procedural, resultado que armoniza con el desempeño del grupo experimental en la dimensión de Ejecución y Procesamiento de Datos. En este mismo sentido, Carrasquero y Vaca (2024), en un estudio con universitarios de Química sobre el uso de realidad virtual para la enseñanza de macromoléculas, reportan un aumento significativo en la comprensión de estructuras moleculares complejas. Vargas (2024), desde Costa Rica, evidencia que el aula invertida y la interacción en entornos virtuales fortalecen la investigación científica escolar.

En lo concerniente a la significación estadística, el valor t de -5.93 con $p=0.000$ confirma diferencias significativas entre los grupos. Burga y Burga (2025), en un estudio sobre indagación científica y rendimiento académico en estudiantes de Lambayeque, reportan percepciones favorables hacia la indagación como estrategia para mejorar el rendimiento, lo cual guarda concordancia con la mejora cuantitativa observada en el grupo experimental peruano. En relación con este punto, Vega et al. (2025), al evaluar la efectividad del aprendizaje basado en proyectos en el desarrollo de la competencia de

indagación científica en estudiantes de secundaria de Trujillo, Perú, encontraron diferencias significativas a favor del grupo experimental, resultado que respalda la potencia de las metodologías activas en contextos peruanos. [Cabrera et al. \(2025\)](#), en un estudio cuasiexperimental con estudiantes mexicanos, también reportan mejoras significativas con apoyo de la indagación.

En el plano internacional, la comparación con estudios realizados fuera de Perú enriquece la interpretación de los hallazgos. [Yatsenko et al. \(2026\)](#), en un estudio con estudiantes universitarios ucranianos, aplicaron un modelo cuasiexperimental con 248 participantes y reportaron un aumento significativo en las habilidades de investigación del grupo experimental tras 14 semanas de intervención, lo cual concuerda con la mejora observada en el grupo experimental peruano pese a la diferencia de tamaño muestral. Por otra parte, [Bazie et al. \(2024\)](#), al evaluar el efecto de los laboratorios virtuales sobre el rendimiento académico de estudiantes de Química en la Universidad de Dilla, Etiopía, hallaron diferencias significativas a favor del grupo experimental frente al de instrucción tradicional. En términos comparativos, [Páez y Freire \(2026\)](#), en una investigación con estudiantes ecuatorianos, identificaron que las estrategias didácticas con TIC producen mejoras significativas en el aprendizaje de Ciencias Naturales.

Frente a este escenario, la integración entre indagación y entornos virtuales merece un análisis específico. [Gonzales et al. \(2024\)](#), en una investigación sobre el diseño y gestión de entornos virtuales de aprendizaje en la educación superior publicada en Horizontes, sostienen que estos entornos producen resultados positivos en la mayor parte de los casos analizados, con una incidencia destacada en la mejora del rendimiento conceptual y procedimental del estudiantado universitario, afirmación que armoniza con los avances registrados en las cuatro dimensiones evaluadas. A este respecto se une [Mesci et al. \(2025\)](#), quienes evaluaron el efecto de la indagación basada en argumentación sobre la comprensión de la naturaleza de la ciencia en profesores en formación, y reportaron un impacto favorable en la motivación y en el desarrollo de habilidades científicas. Por su parte, [Shambare y Jita \(2024\)](#), en un análisis con profesores de ciencias de escuelas rurales, identificaron que la adopción de laboratorios virtuales fortalece la integración de conocimientos tecnológicos.

En cuanto a las dimensiones específicas, los resultados de la presente investigación coinciden con estudios que reportan avances en habilidades científicas. [Rosero y Torres \(2025\)](#), al describir las competencias científicas en estudiantes de Colombia, identifican tres dimensiones nucleares —indagación, explicación de fenómenos y uso comprensivo— que armonizan con las evaluadas en este estudio y confirman la pertinencia del marco dimensional adoptado. En sintonía con lo anterior, [Torre y Ayuso \(2024\)](#), en un estudio con docentes dominicanos de ciencias del nivel secundario, evidencian que las competencias científicas del profesorado presentan debilidades en el diseño de investigaciones escolares y en el procesamiento de datos, déficit que se corresponde con el bajo nivel inicial observado en el pretest. [Contreras y León \(2025\)](#), al analizar la competencia de comunicación científica en investigadores norteamericanos, sostienen que la formación profesional permanente en competencias investigativas resulta indispensable para superar las deficiencias en la práctica docente.

En cuanto a las limitaciones del estudio, conviene señalar en primer término el tamaño muestral reducido de 14 estudiantes, condición que, si bien refleja la población total matriculada en el último ciclo de la especialidad, restringe la generalización de los

hallazgos a otros contextos universitarios. Otra limitación radica en la duración acotada de la intervención, pues las ocho semanas aplicadas pueden resultar insuficientes para fortalecer cambios profundos en destrezas experimentales de alta demanda cognitiva. El uso de un diseño cuasiexperimental, aunque pertinente para preservar la dinámica natural del aula, impide el control riguroso de todas las variables extrañas que pudieran influir en los resultados. También conviene reconocer que la evaluación se centró en habilidades procedimentales y conceptuales, sin abordar en profundidad las dimensiones actitudinales del aprendizaje. Por último, la investigación se circunscribió a una sola especialidad y universidad pública.

En vista de lo anterior, futuras investigaciones podrían ampliar el tamaño muestral mediante diseños multicéntricos que involucren varias universidades públicas y privadas del país, así como diversas especialidades de la formación docente en ciencias. Resultaría valioso explorar intervenciones de mayor duración, con seguimientos longitudinales que permitan evaluar la persistencia de los aprendizajes a lo largo del tiempo. Se recomienda, además, incorporar diseños mixtos que combinen instrumentos cuantitativos con entrevistas y observaciones cualitativas, lo cual aportaría una comprensión más completa de los procesos subyacentes al desarrollo de las habilidades experimentales. Otra línea prometedora consiste en analizar el efecto diferencial de distintas fases del modelo de indagación, así como comparar la mediación virtual con mediaciones presenciales. Por último, convendría examinar la transferencia de las habilidades hacia la práctica docente en escuelas de educación básica regular.

Conclusiones

Los resultados del estudio permiten concluir que el aprendizaje por indagación mediado por entornos virtuales influye de forma positiva y significativa en el desarrollo de las habilidades experimentales de los estudiantes del último ciclo de la especialidad de Biología y Química de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en Perú. El contraste entre el pretest, con un 92.8% de calificaciones desaprobatorias, y el postest, con un 86% del grupo experimental en el nivel óptimo y un promedio de 16.71 puntos, evidencia un avance sustancial atribuible a la intervención. La prueba *t* de Student ($t=-5.93$, $p=0.000$) confirmó diferencias con significación estadística a favor del grupo experimental frente al control. Estos resultados validan la estrategia como una alternativa pedagógica eficaz para la formación experimental del profesorado de ciencias en contextos con recursos limitados.

En consecuencia, estos resultados tienen implicaciones que alcanzan al diseño curricular y a la práctica docente universitaria. La incorporación de las cuatro fases del modelo adaptado de Marshall y French —Determinación del Objetivo, Centrar Conceptos, Investigación y Generalización— ofrece una ruta concreta para reorganizar la enseñanza de las ciencias en la universidad pública peruana. Se recomienda a las facultades de educación integrar entornos virtuales de aprendizaje en sus programas de formación docente, así como capacitar a los profesores en el uso pedagógico de simuladores y repositorios digitales. Las autoridades universitarias deberían priorizar la implementación de laboratorios virtuales como complemento a las limitaciones de los laboratorios físicos. Estas acciones contribuirían a cerrar la distancia entre la formación teórica y la praxis experimental, y a fortalecer el perfil de egreso de los futuros docentes de ciencias en el contexto peruano.

Como complemento a lo anterior, los resultados denotan la conveniencia de reorientar las prácticas de laboratorio tradicionales hacia enfoques centrados en la indagación, donde el estudiante asuma el rol de investigador activo y reflexivo. El fortalecimiento de las habilidades de diseño experimental, procesamiento de datos y metacognición requiere de secuencias didácticas que privilegien el cuestionamiento, la búsqueda de evidencias y la argumentación científica. Los resultados también invitan a las instituciones a revisar sus políticas de evaluación, de modo que valoren los conocimientos conceptuales y las destrezas procedimentales y reflexivas de los estudiantes. En suma, la formación experimental de los profesores de ciencias se enriquece al vincularse con metodologías activas y mediaciones digitales pertinentes, lo cual abre oportunidades para una enseñanza más significativa y contextualizada en el escenario educativo peruano actual.

Acerca de

Contribución de los autores: Los autores contribuyeron en la conceptualización del estudio, desarrollo metodológico, análisis e interpretación de los datos, redacción del manuscrito y revisión crítica de su contenido intelectual.

Financiamiento: Los autores declaran que no recibieron financiamiento para esta investigación.

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Certificación ética: Por la naturaleza de la investigación, que involucró la participación de estudiantes y la aplicación de una prueba de evaluación, el estudio fue sometido a revisión y aprobación por el Comité de Ética en Investigación de la institución correspondiente, conforme a las normas éticas e institucionales aplicable.

Historia del artículo: Artículo recibido: 22 de mayo 2026 | Arbitrado: 04 de junio 2026 | Aceptado: 02 de julio 2026 | Publicado 25 de agosto 2026.

Referencias

- Álvarez, P., Garrido, C., Elías, M., Tomljenovic, M. y Zúñiga, E. (2025). Propuesta de medios educativos que promueven habilidades experimentales durante actividades curriculares de Química Inorgánica. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 24(55), 335-366. <https://doi.org/10.21703/rexe.v24i55.2905>
- Ancco, G., Chauca, F. y Sánchez, L. (2024). Recursos didácticos y enseñanza por competencias. Docentes de biología y química de la facultad de educación. UNMSM. Lima. *IGOVERNANZA*, 7(26), 38-56. <https://doi.org/10.47865/igob.vol7.n26.2024.339>
- Bazie, H., Lemma, B., Workneh, A. y Estifanos, A. (2024). The effect of virtual laboratories on the academic achievement of undergraduate chemistry students: Quasi-experimental study. *JMIR Formative Research*, 8, e64476. <https://doi.org/10.2196/64476>
- Bernabe, A. F., Núñez, L. A., Salinas, K. M., Calizaya, A. O. y Nina, S. J. (2025). Estudio sobre actitudes frente a la educación virtual y aprendizaje autorregulado en el contexto universitario público. *Revista Simón Rodríguez*, 5(10), 630-642. <https://doi.org/10.62319/simonrodriguez.v.5i10.88>
- Betancourt, P., Alzate, L. y Ardila, J. (2023). Efectos de laboratorios virtuales en competencias procedimentales de ciencias naturales de estudiantes de octavo

- grado. *Revista Eduweb*, 17(4), 55-64. <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2023.17.04.6>
- Bizzio, M. de los Á., Guirado, A. M. y Maturano, C. I. (2024). Uso de simulaciones científicas interactivas para fortalecer la formación inicial de docentes de Química. *Revista Educación*, 48(1), 1-20. <https://doi.org/10.15517/revedu.v48i1.56052>
- Burga, S. y Burga, C. E. (2025). Indagación científica y rendimiento académico en estudiantes de Ciencia y Tecnología en EESPP MFGB-Lambayeque. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 9(36), 295-305. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i36.919>
- Cabrera, O. G., López, F. I., Rodríguez, Á. F. y Ortiz, W. (2025). Fortalecimiento de las habilidades de indagación científica mediante el aprendizaje invertido: un estudio cuasi-experimental en educación primaria. *MENTOR Revista de Investigación Educativa y Deportiva*, 4(12), 387-416. <https://doi.org/10.56200/mried.v4i12.10181>
- Campos, G. y Benarroch, A. (2024). Laboratorios virtuales para la enseñanza de las ciencias: una revisión sistemática. Enseñanza de las Ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 42(2), 109-129. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6040>
- Carhuaricra, J. C., Cruz, P. L., Porras, S., Trujillo, B., Castillo, R. V. y Valentin, M. G. (2024). Uso del laboratorio virtual y logros de aprendizajes de transcripción y traducción del código genético. *Revista Identidad*, 10(2), 58-66. <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/rifce/article/view/2313>
- Carrasquero, S. J. y Vaca, G. (2024). Uso de la realidad virtual para la enseñanza de macromoléculas en estudiantes de Química a nivel universitario. *Revista Conrado*, 20(96), 68-76. <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/3557>
- Castillo, J. A. (2026). La educación científica en estudiantes universitarios: una revisión sistemática. *Revista InveCom*, 6(4), 1-13. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20187405>
- Contreras, C. R. y León, G. A. (2025). Competencia de comunicación científica y competencia digital docente en investigadores de Norteamérica. *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información*, 39(103), 147-163. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2025.103.58984>
- Ganajová, M., Orosová, R., Sotáková, I. y Letošníková, P. (2025). The effect of inquiry-based teaching on students' attitudes toward science as an academic subject as well as science and technology in general. *Frontiers in Education*, 10, 1708139. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1708139>
- Gonzales, J., Osorio, E. y Bernaola, L. (2024). Diseño y gestión de entornos virtuales de aprendizaje en la educación superior. Horizontes. *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 8(33), 969-991. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i33.777>
- Herrera, M. E. (2024). Percepción de profesores de ciencias en formación inicial sobre el desempeño didáctico-curricular y promoción de habilidades científicas en ciencias para la ciudadanía. *Formación Universitaria*, 17(4), 127-138. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062024000400127>

- Irwanto, I. (2023). Improving preservice chemistry teachers' critical thinking and science process skills using research-oriented collaborative inquiry learning. *Journal of Technology and Science Education*, 13(1), 23-35. <https://doi.org/10.3926/jotse.1796>
- Mesci, G., Erdas, E. y Yeşildağ, F. (2025). The effect of argumentation-based inquiry on preservice teachers' understanding of the nature of science, inquiry, and scientific literacy. *Teaching and Teacher Education*, 162, 105064. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105064>
- Morales, T. A. y Álvarez, E. (2024). Progreso y evaluación de las habilidades científicas mediante la utilización de la metodología de indagación científica en educación inicial. *Revista Educación*, 48(1), 1–25. <https://doi.org/10.15517/revedu.v48i1.55824>
- Navarro, B. I. y Ocaña, Y. (2026). Enseñanza virtual y formación profesional en estudiantes de una Facultad de Educación peruana. *Revista Tribunal*, 6(15), 475-491. <https://doi.org/10.59659/revistatribunal.v6i15.411>
- Navarro, C., Arias, M., Henríquez, C. A. y 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>
- Páez, P. E. y Freire, T. M. (2026). Estrategias didácticas impulsadas por TIC para el aprendizaje significativo de Ciencias Naturales en octavo año. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 7(1), 1-25. <https://n9.cl/tx82f>
- Pasquel, Z. E., Manrique, E., Cornejo, M. E. y Chavez, Y. V. (2025). Factores que favorece el desarrollo de la competencia indaga. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 9(39), 3211-3227. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v9i39.1113>
- Pérez, F. y Siso, Z. (2025). El enfoque de indagación científica: un estudio sobre el desarrollo bibliométrico y temático en educación. *Revista Colombiana de Educación*, 97, e19606. <https://doi.org/10.17227/rce.num97-19606>
- Pinedo, V. M. (2026). Competencias de investigación formativa en la formación inicial docente. *Espacios*, 47(1), 270-282. <https://doi.org/10.48082/espacios-a26v47n01r03>
- Rosero, T. de J. y Torres, J. A. (2025). Competencias científicas a través de los entornos de las Ciencias Naturales en estudiantes de educación básica. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 17(37), e3624. <https://doi.org/10.22430/21457778.3624>
- Sarmiento, G., Severino, P., Antezana, S. y Trigos, P. G. (2024). Percepción sobre la investigación educativa desde la perspectiva de responsabilidad social universitaria: el caso de los profesores universitarios en Perú. *Formación Universitaria*, 17(4), 103-112. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062024000400103>
- Shambare, B. y Jita, T. (2024). Understanding science teachers' TPACK for virtual lab adoption in rural schools in South Africa: a mixed-methods approach. *Frontiers in Education*, 9, 1426451. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1426451>
- Strat, T. T. S., Henriksen, E. K. y Jegstad, K. M. (2024). Inquiry-based science education in science teacher education: a systematic review. *Studies in Science Education*, 60(2), 191-249. <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2207148>

- Torres, J. R y Ayuso, G. E. (2024). Competencias científicas de los docentes de ciencias del nivel secundario de la República Dominicana. *RECIE. Revista Caribeña de Investigación Educativa*, 8(2), 67-86. <https://doi.org/10.32541/recie.v8i2.742>
- Vargas, É. (2024). El aprendizaje invertido y la interacción en entornos virtuales sociales como metodología que propicia la investigación científica de estudiantes de undécimo grado. *InterSedes*, 25(51), 97-130. <https://doi.org/10.15517/isucr.v25i51.55568>
- Vásquez, G., Vásquez, E., Salvador, I., Vásquez, E., Guevara, J. y Salvador, G. (2023). Uso y efectividad de los entornos virtuales de aprendizaje en el rendimiento académico de los estudiantes de veterinaria. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(1), e24613. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i1.24613>
- Vega, G. J., Castro, F. N., Pérez, M. Á y Rivera, L. M. (2025). Aprendizaje Basado en Proyectos en la indagación científica en estudiantes de secundaria. *Revista Tribunal*, 5(10), 104-119. <https://doi.org/10.59659/revistatribunal.v5i10.105>
- Wong, E. M., Fernández, F. A., Huamani, O. y Ruiz, J. A. R. (2026). Program to strengthen digital competencies in university students of the faculty of education. *Journal of Technology and Science Education*, 16(2), 486-502. <https://doi.org/10.3926/jotse.3749>
- Yatsenko, V., Protas, O., Striliuk, O., Chepeliuk, A. y Rybalko, A. (2026). Effectiveness of the integrated research skills development model (IRSDM) in higher education: a quasi-experimental study in Ukraine. *Revista Eduweb*, 20(2), 53-69. <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2026.20.02.4>