



# “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

## EFICACIA DE UNA PRÁCTICA DE LABORATORIO SIMULADA EN MOODLE SOBRE LA DETERMINACIÓN DE TRIGLICÉRIDOS

Raisa Rodríguez Hernández<sup>1</sup>, Emilia Esther Labrada Aguilera<sup>2</sup>, Yasnay Jorge Sainz<sup>3</sup>, Jackeline López Báster<sup>4</sup>, Sonia Navarro Arrieta<sup>5</sup>, Mariela Dieguez Martínez<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-7361-4324>

<sup>2</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-7021-4018>

<sup>3</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-0755-727X>

<sup>4</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-9096-9071>

<sup>5</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-9067-9103>

<sup>6</sup>Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-1673-8128>

✉ Correo para la correspondencia: [raisarod@infomed.sld.cu](mailto:raisarod@infomed.sld.cu)

### Resumen

**Introducción:** La enseñanza de la Bioquímica Clínica en Medicina enfrenta el reto de conectar la teoría con habilidades prácticas interpretativas. Las plataformas de gestión del aprendizaje, como Moodle, ofrecen herramientas para superar las limitaciones de los laboratorios tradicionales. El módulo Lección de Moodle permite crear itinerarios de aprendizaje interactivos y adaptativos que simulan la toma de decisiones. **Objetivo:** Evaluar la eficacia de una práctica de laboratorio simulada sobre la determinación de triglicéridos, diseñada con el módulo Lección de Moodle, en la adquisición de conocimientos y la percepción de estudiantes de primer año de Medicina durante el curso 2024-2025. **Métodos:** Se realizó un estudio cuasiexperimental pre-test/post-test con 104 estudiantes de la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Se diseñó una Lección en Moodle simulando el método GPO-PAP con contenido y preguntas ramificadas. Las respuestas correctas avanzaban en el proceso, mientras que las incorrectas redirigían a retroalimentación. Se midió la ganancia de conocimiento con pruebas validadas y la satisfacción con una encuesta Likert. **Resultados:** La calificación media en el pre-test fue de  $5.1 \pm 1.9$ , incrementándose significativamente a  $8.8 \pm 1.0$  en el post-test ( $p < 0.001$ ). El 95% de los estudiantes consideró la Lección útil, y el 92% afirmó que la retroalimentación inmediata facilitó la corrección de errores. **Conclusiones:** El módulo Lección de Moodle es una estrategia pedagógica altamente eficaz para la enseñanza



## “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

de procedimientos bioquímicos, mejorando significativamente el conocimiento y siendo valorado positivamente por su formato de aprendizaje adaptativo y contextualizado.

**Palabras clave:** Lección de Moodle, Triglicéridos, Simulación, Educación Médica, Bioquímica Clínica

### Introducción

La educación médica del siglo XXI se enfrenta a una encrucijada compleja: la necesidad de impartir un volumen de conocimiento científico en constante expansión, al tiempo que se desarrollan competencias clínicas y de pensamiento crítico desde las etapas más tempranas de la formación <sup>(1)</sup>. En este paradigma, las ciencias básicas, lejos de ser un mero compendio de conocimientos teóricos, deben actuar como el andamiaje fundamental sobre el cual se construye el razonamiento clínico. La Bioquímica Clínica, disciplina que explora las bases moleculares de la salud y la enfermedad, ocupa una posición central en este proceso integrador. La capacidad de un médico para solicitar, interpretar y actuar sobre los resultados de análisis de laboratorio es una competencia transversal y esencial para el diagnóstico, pronóstico y seguimiento de una vasta gama de patologías <sup>(2)</sup>.

Dentro del perfil lipídico, la determinación de triglicéridos séricos es uno de los análisis más solicitados en la práctica clínica diaria. Su relevancia trasciende el laboratorio, siendo un pilar en la evaluación del riesgo cardiovascular, el diagnóstico del síndrome metabólico y el manejo de condiciones como la pancreatitis aguda <sup>(3)</sup>. Por tanto, la comprensión profunda de su fundamento metodológico, procedimiento y significancia clínica es un objetivo de aprendizaje ineludible para los estudiantes de Medicina.

Tradicionalmente, la enseñanza de estas técnicas analíticas se ha basado en prácticas de laboratorio presenciales, conocidas como "laboratorios húmedos". Este modelo pedagógico, si bien valioso para el desarrollo de destrezas psicomotoras y la familiarización con el entorno de trabajo, presenta retos significativos en el contexto actual. El incremento exponencial en la matrícula de las facultades de Medicina, sumado a los elevados costos de reactivos, el mantenimiento de equipos y las normativas de bioseguridad cada vez más estrictas, han impuesto limitaciones logísticas y económicas a muchas instituciones <sup>(4, 5)</sup>. Además, desde una perspectiva puramente pedagógica, las prácticas tradicionales pueden degenerar en ejercicios de "seguir la receta", donde el estudiante se enfoca en completar los pasos mecánicos sin internalizar el razonamiento subyacente.



## “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

Ante este panorama, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) han emergido como aliadas estratégicas. Los entornos virtuales de aprendizaje (EVA), y en particular plataformas de gestión del aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés) como Moodle, se han consolidado como ecosistemas digitales capaces de albergar y potenciar una diversidad de estrategias pedagógicas <sup>(6)</sup>. Moodle, gracias a su naturaleza de código abierto y su amplia adopción a nivel mundial, ofrece un repertorio de herramientas que van más allá de ser un simple repositorio de documentos.

Dentro de este ecosistema, el módulo "Lección" (Lesson) se distingue por su potencial para el diseño de experiencias de aprendizaje adaptativo. A diferencia de un cuestionario lineal o un documento estático, una Lección permite al diseñador instruccional crear itinerarios no lineales o ramificados ("branching scenarios"). En este modelo, el estudiante navega a través de una secuencia de páginas que alternan contenido expositivo con preguntas interactivas. La respuesta del estudiante a cada pregunta determina la ruta que seguirá a continuación. Una respuesta correcta puede llevarlo a la siguiente etapa del proceso, mientras que una incorrecta puede redirigirlo a una página con retroalimentación específica, a un recurso de refuerzo o de vuelta a la pregunta para un nuevo intento <sup>(7)</sup>. Esta estructura simula un proceso de toma de decisiones en tiempo real, lo que la convierte en una herramienta idónea para emular protocolos de laboratorio, algoritmos diagnósticos o árboles de decisión clínica <sup>(8)</sup>.

El aprendizaje basado en simulación ha demostrado ser una metodología efectiva en la educación médica, permitiendo a los estudiantes practicar en un entorno seguro, cometer errores sin consecuencias para el paciente y recibir retroalimentación estructurada <sup>(10)</sup>. Si bien las simulaciones de alta fidelidad, como las que utilizan realidad virtual o maniqués avanzados, han acaparado gran atención <sup>(5)</sup>, herramientas más accesibles y escalables como el módulo Lección de Moodle representan una alternativa de "baja fidelidad pero alto impacto cognitivo". Permiten centrarse en el desarrollo del conocimiento procedimental y el razonamiento, que son los precursores de la habilidad psicomotora.

A pesar de este potencial, la literatura científica en el ámbito de la educación médica en nuestro contexto hispanohablante presenta una escasez de estudios que evalúen de manera rigurosa la aplicación específica del módulo Lección de Moodle para la simulación de prácticas de laboratorio en asignaturas de ciencias básicas como la Bioquímica <sup>(9)</sup>. La mayoría



## “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

de las investigaciones sobre Moodle en educación superior se han centrado en su uso como repositorio o en la eficacia de herramientas más comunes como los foros o los cuestionarios.

Por consiguiente, el presente estudio se planteó como objetivo principal diseñar, implementar y evaluar la eficacia de una práctica de laboratorio simulada sobre la determinación de triglicéridos, desarrollada con el módulo Lección de Moodle, en la adquisición de conocimientos conceptuales y procedimentales, así como en la percepción y satisfacción de los estudiantes de primer año de la carrera de Medicina en la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín durante el curso académico 2024-2025. Se partió de la hipótesis de que esta intervención interactiva y adaptativa generaría una ganancia de conocimiento estadísticamente significativa y sería valorada positivamente por los estudiantes como una herramienta de aprendizaje efectiva.

### **Metodología**

#### *Diseño del estudio y participantes*

Se realizó un estudio de intervención educativa con un diseño cuasiexperimental de un solo grupo, utilizando una evaluación pre-test y post-test. Este diseño fue seleccionado por su viabilidad en un entorno educativo real, donde la asignación aleatoria a un grupo de control (que no recibiría la intervención) podría plantear dilemas éticos y logísticos. El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Medicina de la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín, Cuba.

La población de estudio estuvo constituida por la totalidad de los estudiantes matriculados en el primer año de la carrera de Medicina durante el curso académico 2024-2025. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, incluyendo a todos los estudiantes que dieron su consentimiento para participar y que cumplieron con los criterios de inclusión: estar matriculado oficialmente en la asignatura de Metabolismo Nutrición y tener acceso a la plataforma Moodle institucional. Se excluyeron aquellos estudiantes que no completaron alguna de las fases de evaluación (pre-test, intervención o post-test). La muestra final quedó conformada por 104 estudiantes. El grupo presentaba una edad media de  $18.5 \pm 0.8$  años, con una distribución de género de 68 mujeres (65.4%) y 36 hombres (34.6%).

#### *Diseño e implementación de la Lección en Moodle*

La intervención consistió en una práctica de laboratorio virtual creada utilizando el módulo



## “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

"Lección" de la plataforma Moodle de la universidad. El contenido simulaba el procedimiento analítico estándar para la determinación de triglicéridos mediante el método enzimático colorimétrico GPO-PAP (Glicerol-fosfato oxidasa - Peroxidasa). La Lección se estructuró en una secuencia lógica de clústeres, cada uno representando una etapa crítica del protocolo:

1. Página de Inicio y Contextualización: La Lección comenzaba con una página de contenido que presentaba un caso clínico breve y auténtico: "Un paciente de 45 años, con antecedentes de obesidad y sedentarismo, acude a consulta para un chequeo de salud. Se le indica un perfil lipídico". A continuación, se enunciaban los objetivos de aprendizaje y se explicaba de forma concisa el fundamento teórico del método GPO-PAP, incluyendo las reacciones enzimáticas en cadena que culminan en la formación de un compuesto coloreado.

2. Clúster 1: Identificación y Preparación del Material: La primera etapa interactiva comenzaba con una página de contenido que mostraba imágenes del material de laboratorio necesario (micropipetas automáticas, puntas, tubos de ensayo, gradilla, espectrofotómetro, reactivo de trabajo, suero patrón y muestra de suero del paciente). Seguidamente, una página de pregunta de opción múltiple planteaba: "¿Qué tubo contiene la muestra problema que corresponde a nuestro paciente?". Las opciones incluían descripciones de los tubos. Una respuesta correcta (seleccionar el suero del paciente) activaba un salto a la página de inicio del siguiente clúster. Una respuesta incorrecta (ej., seleccionar el tubo de reactivo o el patrón) llevaba al estudiante a una página de retroalimentación específica que explicaba: "El reactivo contiene las enzimas, y el patrón es una solución de concentración conocida para calibrar. La muestra problema es el suero del paciente. Inténtalo de nuevo". Esta página redirigía al estudiante de vuelta a la pregunta original.

3. Clúster 2: Pipeteo y Mezcla de Reacciones: Esta sección se diseñó para simular el montaje de la reacción. Una página de contenido detallaba las instrucciones para preparar tres tubos: Blanco (solo reactivo), Patrón (reactivo + patrón) y Muestra (reactivo + suero del paciente). A continuación, se utilizaban preguntas de respuesta corta numérica para verificar la comprensión de los volúmenes. Por ejemplo: "Indique el volumen (en microlitros) de reactivo de trabajo que debe añadir a cada uno de los tres tubos". Un valor correcto (ej., 1000  $\mu\text{L}$ ) permitía avanzar. Un valor incorrecto activaba una rama de retroalimentación que recalculaba el volumen o explicaba el porqué de esa cantidad, antes de devolver al estudiante



## “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

a la pregunta. Este clúster contenía tres preguntas numéricas secuenciales para verificar el pipeteo en cada tubo.

4. Clúster 3: Incubación y Medición Espectrofotométrica: Una vez completado el pipeteo virtual, una página de contenido simulaba el paso de incubación, indicando el tiempo (10 minutos) y la temperatura (37°C). Posteriormente, se presentaba una imagen de la cubeta en el espectrofotómetro y los valores de absorbancia obtenidos para cada tubo. Se explicaba brevemente el propósito de leer contra un blanco de reactivo.

5. Clúster 4: Cálculo, Interpretación y Conclusión Clínica: Esta fase final se centraba en el análisis de los datos. Se le pedía al estudiante que calculara la concentración de triglicéridos de la muestra utilizando la fórmula del factor de calibración:  $\text{Concentración} = (\text{Abs Muestra} - \text{Abs Blanco}) / (\text{Abs Patrón} - \text{Abs Blanco}) * \text{Concentración Patrón}$ . El resultado debía ser introducido en una pregunta numérica con un rango de tolerancia para aceptar la respuesta. Un cálculo correcto llevaba a la última pregunta, mientras que un error activaba una página de retroalimentación que desglosaba la fórmula paso a paso. La pregunta final era de tipo emparejamiento, donde el estudiante debía clasificar el resultado obtenido (ej., "Elevado") con su interpretación clínica (ej., "Hipertrigliceridemia, asociado a mayor riesgo cardiovascular") y la recomendación inicial para el paciente del caso clínico (ej., "Modificaciones en el estilo de vida y posible tratamiento farmacológico").

6. Página Final: Al completar el itinerario, una página de contenido final felicitaba al estudiante, resumía los puntos clave del procedimiento y sus implicaciones clínicas, y proporcionaba un enlace para realizar el post-test y la encuesta de satisfacción.

### *Instrumentos y recolección de datos*

Se utilizaron dos instrumentos principales para la recolección de datos:

- Pre-test y Post-test de Conocimiento: Se diseñaron dos cuestionarios paralelos, cada uno compuesto por 10 preguntas de opción múltiple con cuatro distractores. Las preguntas abarcaban tres dominios cognitivos: conocimiento del fundamento teórico (3 preguntas), comprensión del procedimiento paso a paso (4 preguntas) y capacidad de cálculo e interpretación clínica (3 preguntas). Para garantizar la equivalencia, ambos cuestionarios se construyeron a partir de una misma tabla de especificaciones. Los cuestionarios se



## “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

administraron a través de la herramienta "Cuestionario" de Moodle.

- Encuesta de Satisfacción: Al finalizar la Lección y el post-test, se aplicó una encuesta anónima para evaluar la percepción de los estudiantes sobre la experiencia de aprendizaje. La encuesta constaba de 6 ítems valorados en una escala de Likert de 5 puntos (1=Totalmente en desacuerdo, 5=Totalmente de acuerdo). Los ítems exploraban dimensiones como la utilidad percibida, la efectividad de la estructura de ramificación, la usabilidad de la interfaz, la conexión con la clínica y la preferencia sobre métodos tradicionales.

### *Procedimiento de la intervención*

El estudio se desarrolló durante una semana dentro del cronograma de la asignatura.

- Día 1: Se administró el pre-test a todos los estudiantes de forma online durante una sesión de clase.
- Días 2-5: Se habilitó el acceso a la Lección en Moodle. Se informó a los estudiantes que la actividad era asincrónica y que disponían de cuatro días para completarla a su propio ritmo, con un tiempo estimado de 45-60 minutos para su realización. La plataforma registraba la finalización de la actividad por cada estudiante.
- Día 6: Se administró el post-test y la encuesta de satisfacción, también de forma online.

### *Análisis de datos*

Los datos recopilados fueron exportados desde Moodle y procesados utilizando el software IBM SPSS Statistics v.26. Se calcularon estadísticas descriptivas (medias, desviaciones estándar, frecuencias y porcentajes) para caracterizar las variables demográficas, los resultados de los test y las respuestas de la encuesta. Para verificar la normalidad de la distribución de las diferencias entre las puntuaciones del post-test y el pre-test se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, que no mostró evidencia de no normalidad ( $p > 0.05$ ). Consecuentemente, para comparar las medias de las calificaciones antes y después de la intervención, se empleó la prueba t de Student para muestras relacionadas. Se estableció un nivel de significancia estadística de  $\alpha = 0.05$ .

### *Consideraciones éticas*

El protocolo de investigación fue revisado y aprobado por el Comité de Ética de la



## “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

Investigación de la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Se obtuvo el consentimiento informado verbal de todos los estudiantes participantes antes del inicio del estudio. Se les explicó la naturaleza voluntaria de su participación, los objetivos de la investigación y se les aseguró que su rendimiento en la actividad no afectaría sus calificaciones oficiales en la asignatura. Se garantizó el anonimato y la confidencialidad de los datos mediante la codificación de los resultados, separando la información personal de los datos de la investigación.

### Resultados, discusión y análisis

La totalidad de los 104 estudiantes que conformaron la muestra completaron exitosamente la Lección en Moodle, así como los instrumentos de evaluación pre y post intervención.

#### *Adquisición de conocimiento: impacto de la intervención*

El análisis cuantitativo del rendimiento académico reveló una mejora sustancial y estadísticamente significativa en el conocimiento de los estudiantes después de interactuar con la práctica simulada. La calificación promedio en el pre-test fue de 5.1 sobre 10 (DE  $\pm$  1.9), lo que indica un nivel de conocimiento basal limitado sobre el procedimiento, probablemente derivado de la exposición teórica en clases previas. Tras la intervención, la calificación promedio en el post-test ascendió a 8.8 (DE  $\pm$  1.0).

La prueba t de Student para muestras relacionadas confirmó que esta ganancia media de 3.7 puntos fue estadísticamente muy significativa ( $t(103) = -23.8, p < 0.001$ ). Este resultado (Tabla 1) proporciona una fuerte evidencia para rechazar la hipótesis nula de que no hay diferencia en el conocimiento antes y después de la intervención, y apoya la eficacia de la Lección de Moodle como herramienta de enseñanza. La reducción en la desviación estándar del post-test (de 1.9 a 1.0) también sugiere que la intervención ayudó a homogeneizar el nivel de conocimiento en el grupo, elevando el rendimiento de los estudiantes que partían con una base más débil.

Tabla 1. Comparación de calificaciones promedio pre-test y post-test (n=104)

Evaluación	Media	Desviación Estándar (DE)	Valor p
Pre-test	5.1	1.9	< 0.001
Post-test	8.8	1.0	



## “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

### *Percepción estudiantil sobre la experiencia de aprendizaje*

La encuesta de satisfacción arrojó resultados positivos, indicando una excelente recepción de la metodología por parte de los estudiantes (Tabla 2). Un total de 99 estudiantes (95.2%) estuvieron "De acuerdo" o "Totalmente de acuerdo" con la afirmación de que la Lección fue una herramienta útil para aprender el procedimiento.

Un hallazgo relevante fue la valoración de la estructura pedagógica de la Lección. El 92.3% (n=96) de los participantes consideró que la estructura de preguntas con ramificaciones y la retroalimentación inmediata les ayudó de manera efectiva a comprender y corregir sus errores conceptuales sobre la marcha. Este dato es importante, pues apunta directamente al mecanismo de aprendizaje que la herramienta busca potenciar.

La usabilidad de la plataforma también fue altamente valorada, con un 96.1% (n=100) indicando que la navegación fue clara e intuitiva, un factor esencial para que la tecnología no se convierta en una barrera para el aprendizaje. Además, la capacidad de la actividad para conectar la ciencia básica con la práctica clínica fue reconocida por el 90.4% (n=94) de los estudiantes. Finalmente, cuando se les preguntó sobre su preferencia en comparación con métodos más pasivos, el 93.3% (n=97) manifestó preferir este método interactivo a simplemente leer un manual de práctica de laboratorio.

Tabla 2. Percepción estudiantil sobre la Lección en Moodle (n=104)

Ítem de la Encuesta	Totalmente de acuerdo / De acuerdo (%)	Ni acuerdo ni desacuerdo (%)	En desacuerdo / Totalmente en desacuerdo (%)
La Lección fue una herramienta útil para aprender el procedimiento.	95.2%	3.8%	1.0%
La estructura de preguntas y retroalimentación me ayudó a corregir errores.	92.3%	6.7%	1.0%
La navegación a través de la Lección fue clara e intuitiva.	96.1%	3.9%	0.0%



## “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

La actividad me ayudó a entender la aplicación clínica del análisis.	90.4%	8.7%	0.9%
Prefiero este método interactivo a solo leer un manual de práctica.	93.3%	4.8%	1.9%

### *Discusión*

Los resultados de este estudio demuestran de manera contundente la eficacia del módulo Lección de Moodle como una herramienta pedagógica para la simulación de una práctica de laboratorio en Bioquímica. La ganancia de conocimiento estadísticamente significativa entre el pre-test y el post-test constituye la principal evidencia del impacto positivo de la intervención. Este hallazgo es consistente con la literatura más amplia sobre el aprendizaje basado en simulación en educación médica, que de forma recurrente reporta mejoras en el conocimiento y las habilidades cognitivas <sup>(10, 11)</sup>. Sin embargo, nuestro estudio aporta un valor específico al demostrar que estos resultados pueden lograrse con una herramienta de autoría de bajo costo y ampliamente disponible como Moodle, sin necesidad de recurrir a software de simulación especializado o plataformas de realidad virtual de alto costo <sup>(5)</sup>.

El éxito de la intervención puede atribuirse a varios principios pedagógicos intrínsecos al diseño de la Lección. En primer lugar, la naturaleza interactiva de la actividad exige un compromiso cognitivo activo por parte del estudiante, en contraposición a la pasividad que puede caracterizar a la lectura de un texto o la visualización de un video demostrativo <sup>(7, 12)</sup>. El estudiante no es un mero receptor de información, sino un agente que debe tomar decisiones en cada paso del protocolo simulado.

La característica distintiva del módulo, la estructura de ramificación ("branching"), parece ser el mecanismo clave. Al enfrentar al estudiante con puntos de decisión (qué pipetear, cómo calcular, cómo interpretar) y proporcionar retroalimentación inmediata y contextualizada ante los errores, se fomenta un aprendizaje por descubrimiento guiado <sup>(8)</sup>. Este modelo es particularmente poderoso para enseñar procedimientos con una secuencia lógica estricta, como los protocolos de laboratorio. La alta valoración de la retroalimentación inmediata por parte del 92.3% de los estudiantes corrobora las teorías del aprendizaje que postulan que el



## “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

feedback es más efectivo cuando es oportuno, específico y se centra en la tarea <sup>(13)</sup>. En un laboratorio húmedo, un error de pipeteo o de cálculo puede no ser detectado hasta el final, o incluso nunca, impidiendo el aprendizaje. En nuestra simulación, cada error conceptual se convierte en una oportunidad de aprendizaje instantánea, corrigiendo la idea equivocada antes de que se consolide.

Además, al enmarcar el procedimiento técnico dentro de un caso clínico, la Lección ayudó a los estudiantes a trascender el "cómo se hace" para comprender el "por qué se hace" y "qué significa". Este enfoque contribuye directamente a cerrar la brecha entre las ciencias básicas y la clínica, un objetivo curricular prioritario en la formación médica moderna <sup>(1)</sup>. Los resultados de la encuesta de satisfacción, donde el 90.4% sintió que la actividad fortaleció su entendimiento de la aplicación clínica, respaldan esta afirmación. Este enfoque se alinea con investigaciones que abogan por el uso de escenarios de ramificación y pacientes virtuales para desarrollar habilidades de pensamiento crítico y resolución de problemas, y no solo la memorización de pasos <sup>(14, 15)</sup>.

Es fundamental, no obstante, reconocer las limitaciones de este estudio. El diseño cuasiexperimental sin un grupo de control no permite atribuir la mejora del conocimiento exclusivamente a la intervención. Factores como la maduración de los estudiantes o la exposición a otros materiales de la asignatura podrían haber contribuido, aunque la magnitud de la ganancia en un corto período de tiempo sugiere un fuerte efecto de la intervención. Futuros estudios deberían emplear un diseño de ensayo controlado aleatorizado, comparando la Lección de Moodle con un grupo que reciba una instrucción tradicional (ej., lectura de un manual) o un video demostrativo.

Otra limitación inherente a esta simulación es que no aborda el desarrollo de destrezas psicomotoras (ej., el manejo correcto de una micropipeta). Por ello, esta herramienta no debe concebirse como un sustituto completo de la práctica presencial cuando el objetivo es el desarrollo de habilidades manuales. Sin embargo, se postula como un poderoso complemento que permite al estudiante llegar al laboratorio presencial con una comprensión conceptual y procedimental sólida, optimizando el tiempo limitado en el laboratorio para centrarse en la técnica manual. También se erige como una alternativa viable y valiosa en contextos con recursos limitados o durante situaciones que impidan el acceso a los laboratorios, como se



## “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

evidenció durante la pandemia de COVID-19 <sup>(9)</sup>.

Las futuras líneas de investigación podrían explorar el diseño de Lecciones más complejas que incorporen variables de error de laboratorio comunes (ej., un reactivo caducado, una muestra hemolizada, un error de calibración del equipo) para enseñar habilidades de resolución de problemas ("troubleshooting"). Asimismo, sería interesante realizar estudios longitudinales para evaluar la retención del conocimiento a largo plazo.

### Conclusiones

La implementación de una práctica de laboratorio simulada sobre la determinación de triglicéridos, utilizando el módulo Lección de la plataforma Moodle, demostró ser una estrategia pedagógica exitosa y altamente eficaz. La intervención logró una mejora estadísticamente significativa en el conocimiento conceptual y procedimental de los estudiantes de primer año de Medicina.

Los elementos clave del éxito fueron la estructura interactiva, el aprendizaje adaptativo basado en ramificaciones y la provisión de retroalimentación inmediata y contextualizada. Estos componentes fomentaron un aprendizaje activo, autónomo y significativo, lo cual fue corroborado por la percepción positiva de los estudiantes, quienes valoraron la herramienta como útil, intuitiva y clínicamente relevante.

Este estudio proporciona evidencia sólida de que herramientas accesibles y de bajo costo, integradas en los EVA institucionales, pueden ser utilizadas para crear experiencias de aprendizaje sofisticadas y efectivas. El módulo Lección de Moodle representa un recurso de gran valor para la enseñanza de las ciencias básicas, facilitando la superación de barreras logísticas y económicas, y promoviendo la integración temprano del conocimiento básico con el razonamiento clínico, pilar fundamental en la formación del médico del futuro.

### Referencias

1. Lunn D, Fone D, Williams S, Law R. Integrating basic science and clinical education: a narrative review of the literature and a proposed model. BMC Med Educ. 2021;21(1):249. <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02683-1>
2. Herath C, Naeem N, Zulfiqar S, et al. Early clinical exposure and its impact on medical



## “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

- students: a narrative review. *J Taibah Univ Med Sci.* 2023;18(3):665-671. <https://doi.org/10.1016/j.jtumed.2022.12.006>
3. Catapano AL, Pirillo A, Norata GD. The role of triglycerides in cardiovascular risk: an unresolved issue. *Int J Mol Sci.* 2022;23(11):6237. <https://doi.org/10.3390/ijms23116237>
  4. Kappe F, van der Veen JT. The connected lab: a new approach to hands-on learning in science and engineering education. *Educ Inf Technol.* 2020;25(2):1235-1250. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10012-7>
  5. Radi F, Tarpada S, Farias M. Effectiveness of virtual reality and simulation in medical education: a systematic review. *J Educ Health Promot.* 2023;12:134. [https://doi.org/10.4103/jehp.jehp\\_1204\\_22](https://doi.org/10.4103/jehp.jehp_1204_22)
  6. Valle-López L, Cervera-Gasch A, González-Chordá V. The use of Moodle in nursing education: A systematic review. *Nurse Educ Today.* 2021;105:105036. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2021.105036>
  7. Costa C, Alvelos H, Teixeira L. A study on the use of the Lesson module in Moodle. *Procedia Comput Sci.* 2012;14:122-128. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.10.015>
  8. Gómez-Pablos VB, del Pozo-Armentia A, Muñoz-Repiso AGV. Branching scenarios with H5P and Moodle for professional development. A case study. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia.* 2021;24(1):255-73. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27513>
  9. O'Doherty D, Dromey M, Loughheed J, Hannigan A, Last J, McGrath D. Barriers and solutions to online learning in medical education – an integrative review. *BMC Med Educ.* 2018;18(1):130. <https://doi.org/10.1186/s12909-018-1240-0>
  10. Konak A, Clark TK, Nasereddin M. A review of simulation-based learning in medical education. *J Med Syst.* 2023;47(1):1-12. <https://doi.org/10.1007/s10916-023-01953-6>
  11. Rowe M, Fr-Vdel M, Z-niga-Hern-ndez J. The role of computer simulation in developing science process skills: a systematic review of the literature. *Educ Res Rev.* 2022;36:100451. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100451>
  12. Scotland J. The impact of the Moodle 'Lesson' activity on student engagement. *Innovations in Education and Teaching International.* 2019;56(4):458-468.



## “De la excelencia formativa a la investigación con impacto: construyendo desarrollo humano sostenible.”

<https://doi.org/10.1080/14703297.2018.1462228>

13. Shute VJ. Focus on Formative Feedback. Review of Educational Research. 2008;78(1):153-189. <https://doi.org/10.3102/0034654307313795>
14. Cook DA, Triola MM. Virtual patients: a critical literature review and proposed next steps. Med Educ. 2009;43(4):303-11. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2008.03286.x>
15. Kleworth K, Giesler M, Keifenheim K, et al. Using interactive branching scenarios to teach procedural skills and therapeutic decision-making in an undergraduate medical curriculum: a mixed-methods study. BMC Med Educ. 2023;23(1):31. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04005-7>