

Simulación virtual en bioquímica: una experiencia pedagógica con un taller en Moodle.

Virtual simulation in biochemistry: A pedagogical experience with a workshop on Moodle.

Raisa Rodríguez Hernández,¹ Emilia Esther Labrada Aguilera,² Yamerlis Bermúdez Aguilera,³ Yasnay Jorge Sainz,⁴ Yandira Yudmila Hernández Serrano,⁵ Silvio Emilio Niño Escofet.⁶

¹Doctora en Medicina. Especialista en Medicina General Integral y en Bioquímica Clínica. Máster en Ciencias. Profesor Auxiliar. Investigador Agregado. Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-7361-4324>

²Doctora en Medicina. Especialista en Medicina General Integral y en Bioquímica Clínica. Profesor Asistente. Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-7021-4018>

³Licenciada en Laboratorio Clínico Integral. Profesor Asistente. Máster en Ciencias. Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba. <https://orcid.org/0009-0002-4552-2913>

⁴Doctora en Medicina. Especialista en Medicina General Integral y en Bioquímica Clínica. Máster en Ciencias. Profesor Auxiliar. Investigador Agregado. Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-0755-727X>

⁵Doctora en Medicina. Especialista en Medicina General Integral y en Bioquímica Clínica. Profesor Asistente. Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba. <https://orcid.org/0000-0001-5692-8236>

⁶Doctor en Medicina. Especialista en Bioquímica Clínica. Máster en Ciencias. Profesor Auxiliar. Universidad de Ciencias Médicas de Holguín. Holguín, Cuba. <https://orcid.org/0000-0002-4272-7350>

Correspondencia: raisarod@infomed.sld.cu

RESUMEN

Fundamento: La enseñanza de las ciencias básicas en el ámbito de la salud enfrenta el desafío de traducir conocimientos teóricos en competencias prácticas. Las simulaciones virtuales emergen como una herramienta pedagógica para facilitar esta transición.

Objetivo: Evaluar la efectividad de un taller virtual en la plataforma Moodle para la enseñanza de la determinación e interpretación de biomarcadores clave (glucosa, triglicéridos y colesterol).

Métodos: Se implementó un taller virtual de 30 horas en Moodle, dirigido a estudiantes y profesionales de la salud (n=28). La intervención incluyó un caso clínico, lecciones con simulaciones interactivas de procedimientos de laboratorio y una evaluación final para medir el rendimiento.

Resultados: Los participantes demostraron una excelente aplicación del conocimiento, logrando un 100% de acierto en la selección de los análisis bioquímicos pertinentes para el caso clínico. El

rendimiento en las Lecciones de simulación fue alto, con puntuaciones promedio superiores al 86% y alcanzando un máximo de 95.45%.

Conclusiones: El uso de simulaciones interactivas en Moodle es una estrategia pedagógica eficaz y accesible. Permite desarrollar habilidades prácticas en bioquímica clínica, contextualizar el aprendizaje y promover la correcta interpretación de resultados de laboratorio.

Palabras claves: educación médica; simulación virtual; bioquímica clínica; Moodle; biomarcadores.

ABSTRACT

Background: Basic science education in the health sciences faces the challenge of translating theoretical knowledge into practical skills. Virtual simulations are emerging as a pedagogical tool to facilitate this transition.

Objective: To evaluate the effectiveness of a virtual workshop on the Moodle platform for teaching the determination and interpretation of key biomarkers (glucose, triglycerides, and cholesterol).

Methods: A 30-hour virtual workshop was implemented on Moodle, designed for health science students and professionals ($n=28$). The intervention included a clinical case, lessons with interactive simulations of laboratory procedures, and a final assessment to measure performance.

Results: Participants demonstrated an excellent application of knowledge, achieving 100% accuracy in selecting the relevant biochemical analyses for the clinical case. Performance in the simulation lessons was high, with average scores exceeding 86% and reaching a maximum of 95.45%.

Conclusions: The use of interactive simulations on Moodle is an effective and accessible pedagogical strategy. It enables the development of practical skills in clinical biochemistry, contextualizes learning, and promotes the correct interpretation of laboratory results.

Keywords: medical education; virtual simulation; clinical biochemistry; Moodle; biomarkers.

INTRODUCCIÓN

La bioquímica clínica es un pilar fundamental en la formación de los profesionales de la salud y en la práctica médica moderna. Proporciona las bases moleculares para la comprensión de la fisiopatología, el diagnóstico, el seguimiento y el pronóstico de múltiples patologías.¹ Sin embargo, la enseñanza tradicional de sus prácticas de laboratorio se ve a menudo limitada por una serie de desafíos logísticos, económicos y de seguridad. Factores como el alto costo de reactivos y equipos, la disponibilidad limitada de espacios físicos, el riesgo biológico asociado al manejo de muestras y las restricciones de tiempo para grandes grupos de estudiantes, dificultan la replicación de experiencias de aprendizaje significativas.²

La reciente y acelerada digitalización en la educación superior, catalizada por la necesidad de modelos de aprendizaje flexibles durante la pandemia de COVID-19, ha posicionado a los Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) como una alternativa y un complemento viable y eficaz.³ Plataformas como Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment), un sistema de gestión del aprendizaje de código abierto y ampliamente utilizado, permiten no solo la gestión de contenidos, sino también la creación de experiencias de aprendizaje interactivas, como las simulaciones y los laboratorios virtuales.⁴

Las simulaciones virtuales ofrecen un entorno de aprendizaje seguro y controlado, donde los estudiantes pueden realizar procedimientos de laboratorio, cometer errores sin consecuencias reales y repetir las prácticas cuantas veces sea necesario para afianzar su conocimiento procedural y su razonamiento clínico.⁵ Esta metodología promueve un aprendizaje activo, permitiendo al estudiante "aprender haciendo" en un contexto que imita la realidad profesional. Además, democratiza el acceso a la formación, eliminando barreras geográficas y temporales.

Este trabajo presenta la experiencia y los resultados del taller virtual Prácticas de Bioquímica: simulación a través de Moodle, implementado en la Universidad de Ciencias Médicas de Holguín, Cuba. El objetivo principal es describir la estructura de la intervención educativa y analizar los resultados de participación y rendimiento de los alumnos, con el fin de valorar su pertinencia y efectividad como estrategia de enseñanza-aprendizaje en el campo del análisis bioquímico clínico.

METODOLOGÍA

Se diseñó un estudio descriptivo, transversal y de enfoque cuantitativo para evaluar la implementación y los resultados de una intervención educativa virtual.

2.1. Descripción de la intervención educativa

El taller, con una duración certificada de 30 horas, se desarrolló de forma asincrónica a través de la plataforma Moodle del campus virtual de la universidad, entre el 1 de mayo y el 30 de junio de 2025. Estaba dirigido a estudiantes de pregrado de carreras de ciencias de la salud y a profesionales en formación o en ejercicio que desearan actualizar sus competencias.

Los objetivos de aprendizaje se centraron en:

1. Comprender los fundamentos teóricos y el metabolismo de la glucosa, los triglicéridos y el colesterol, y su relevancia clínica.
2. Desarrollar habilidades procedimentales mediante simulaciones interactivas de técnicas de análisis bioquímico en Moodle.
3. Interpretar los resultados de laboratorio obtenidos en el contexto de un caso clínico simulado, fortaleciendo el razonamiento diagnóstico.

El contenido temático abarcó:

- Bases metabólicas y aplicaciones clínicas de la glucosa, triglicéridos y colesterol.
- Fundamentos de los métodos enzimáticos-colorimétricos para su determinación.
- Procedimientos técnicos paso a paso: preparación de reactivos, calibración, procesamiento de muestras y lectura de resultados.
- Realización de prácticas simuladas utilizando las herramientas interactivas de Moodle.
- Análisis e interpretación de resultados y su correlación con el cuadro clínico.

2.2. Actividades de aprendizaje y evaluación

La estructura pedagógica se ancló en el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). La secuencia didáctica se inició con la presentación de un caso clínico para contextualizar la relevancia de los biomarcadores y guiar el aprendizaje.

- **Caso Clínico:** Paciente masculino de 45 años, con antecedentes de sedentarismo, que acude a consulta para un chequeo de rutina. Al examen físico se constata obesidad grado I (IMC 32 kg/m²), hipertensión arterial leve (140/90 mmHg) y una circunferencia de cintura de 102 cm, hallazgos sugestivos de síndrome metabólico. A partir del caso, los participantes debían seleccionar, de una lista de exámenes de laboratorio, aquellos directamente relacionados con el metabolismo de lípidos y carbohidratos. Esta actividad, configurada como una Consulta de Moodle, sirvió como evaluación diagnóstica formativa.
- **Simulaciones y análisis:** Se utilizaron módulos de Lección de Moodle para crear simulaciones interactivas. Los estudiantes seguían virtualmente los pasos para procesar la muestra del paciente y determinar los niveles de los biomarcadores seleccionados. Cada paso incluía retroalimentación inmediata. Al final, debían analizar los resultados numéricos obtenidos en la simulación.
- **Evaluación final:** Cuestionario integrador con preguntas de tipo ensayo para evaluar la adquisición global de conocimientos teóricos y prácticos.

2.3. Recolección y análisis de datos

Los datos de rendimiento (puntuaciones, intentos, tiempos de respuesta) se recopilaron automáticamente a través de las herramientas de informes de la plataforma Moodle. Se realizó un análisis estadístico descriptivo (frecuencias, porcentajes, medias y rangos) para evaluar el desempeño de los participantes en las distintas actividades del taller.

RESULTADOS

La primera actividad, centrada en la selección de pruebas de laboratorio pertinentes para el caso clínico, fue completada por un total de 28 participantes. Los resultados (Tabla 1) muestran un 100% de acierto en la identificación de los tres biomarcadores centrales del taller: Glicemia, Colesterol y Triglicéridos. Otras pruebas complementarias, como las de función hepática, fueron

seleccionadas por un porcentaje menor (17,9%), lo que indica una correcta jerarquización de la prioridad diagnóstica por parte de los estudiantes.

Tabla 1. Resultados de la selección de exámenes de laboratorio para el caso clínico (n=28)

Examen de Laboratorio	Frecuencia de Selección	Porcentaje (%)
Glicemia	28	100,0%
Colesterol	28	100,0%
Triglicéridos	28	100,0%
Pruebas de función hepática	5	17,9%
Hormonas tiroideas	2	7,1%
PCR	2	7,1%
Ácido úrico	2	7,1%
Electrolitos	1	3,6%
Hemograma completo	0	0,0%
Creatinina	0	0,0%
Pruebas de coagulación	0	0,0%

Fuente: Informes de la plataforma Moodle.

El rendimiento en las lecciones posteriores, que incluían las simulaciones procedimentales y la interpretación de resultados, se resume en la Tabla 2. Se observaron puntuaciones promedio consistentemente altas, que van desde 86,96% hasta 95,45%. Es notable la amplia variabilidad en el tiempo empleado por los participantes para completar cada Lección, lo que refleja la flexibilidad del modelo asincrónico, permitiendo a cada estudiante avanzar a su propio ritmo.

Tabla 2. Estadísticas de rendimiento en las Lecciones del taller

Métrica	Simulación 1	Simulación 2	Simulación 3
Puntuación Promedio	86,96%	95,24%	95,45%
Tiempo Promedio	19 min 1 s	9 min 27 s	4 min 49 s
Puntuación Alta	100%	100%	100%
Puntuación Baja	100%	100%	0%
Tiempo Alto	1 h 25 min	44 min 41 s	9 min 27 s
Tiempo Bajo	2 min 17 s	23 s	1 min 3 s

Fuente: Informes de la plataforma Moodle.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos sugieren que la intervención educativa fue altamente efectiva para alcanzar sus objetivos pedagógicos. El 100% de acierto en la actividad inicial demuestra que los participantes lograron aplicar su conocimiento teórico para conectar un escenario clínico común

(paciente con factores de riesgo para síndrome metabólico) con los análisis bioquímicos pertinentes. Este hallazgo subraya la eficacia del enfoque de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para fomentar el razonamiento clínico y la contextualización del conocimiento.⁶ Este enfoque es consistente con investigaciones que demuestran cómo las simulaciones virtuales, al presentar problemas auténticos, mejoran significativamente las habilidades de diagnóstico y la toma de decisiones en estudiantes de ciencias de la salud.⁹

Las altas puntuaciones promedio en las lecciones de simulación (>86%) indican que los materiales de apoyo y el diseño interactivo facilitaron la comprensión y ejecución de los procedimientos técnicos. Este éxito es crucial para salvar la brecha entre la teoría y la práctica, un desafío persistente en la formación sanitaria.¹⁰ Los hallazgos se alinean con la literatura que respalda el uso de la simulación para mejorar el aprendizaje procedural en un entorno libre de riesgos.^{5,7} Además, el formato interactivo y gamificado fomenta un mayor compromiso (*engagement*) del estudiante en comparación con métodos pasivos, lo cual es un factor clave para un aprendizaje profundo.¹¹ Al permitir la repetición y ofrecer retroalimentación inmediata, las simulaciones en Moodle no solo construyen la confianza y la competencia del estudiante antes de enfrentarse a un laboratorio real,⁸ sino que también reducen la carga cognitiva al permitir que el estudiante se enfoque en el procedimiento sin las presiones logísticas y de seguridad de un entorno físico.

La amplia variabilidad en los tiempos de finalización (desde 23 segundos hasta 1 hora y 25 minutos) no debe verse como un inconveniente, sino como una manifestación de aprendizaje autorregulado (*self-regulated learning*). Este modelo asincrónico permite una personalización del proceso educativo, donde los estudiantes con mayor conocimiento previo pueden avanzar rápidamente, mientras que otros pueden tomarse el tiempo necesario para revisar el material y consolidar el aprendizaje a su propio ritmo.^{4,8} Esta flexibilidad es fundamental para atender la diversidad de los estilos de aprendizaje y los conocimientos previos, promoviendo que cada estudiante desarrolle estrategias metacognitivas para su propio éxito, un pilar del aprendizaje en línea efectivo.¹²

Como limitación del estudio, cabe señalar el tamaño reducido de la muestra y la ausencia de un grupo de control. Por lo tanto, no es posible establecer una superioridad causal del método, sino describir su exitosa implementación y la alta aceptación por parte de los participantes. Futuras investigaciones deberían incluir estudios comparativos con metodologías rigurosas para evaluar la eficacia relativa frente a las prácticas de laboratorio tradicionales, como ya se ha explorado en otros contextos.¹³ Asimismo, es crucial complementar los datos cuantitativos de rendimiento con análisis cualitativos profundos (encuestas de satisfacción, grupos focales) para capturar la

percepción de los estudiantes sobre la usabilidad, la carga de trabajo y la experiencia de aprendizaje general, un aspecto fundamental para la mejora continua de estas herramientas.¹⁴

CONCLUSIONES

El taller virtual Prácticas de Bioquímica: simulación a través de Moodle demostró ser una herramienta pedagógica valiosa, eficaz y bien recibida. La combinación de un caso clínico contextualizado con simulaciones interactivas en una plataforma accesible como Moodle promovió un alto nivel de rendimiento y la consecución de los objetivos de aprendizaje.

Esta experiencia refuerza el potencial de los entornos virtuales para complementar, enriquecer e incluso, en ciertos contextos, sustituir prácticas de laboratorio tradicionales. Estas herramientas no solo superan barreras de costo y logística, sino que también democratizan el acceso a una formación práctica de calidad. Se recomienda la expansión de este modelo a otros análisis bioquímicos y su integración formal en los planes de estudio como un componente clave del aprendizaje mixto (*blended learning*). Esta integración responde a las tendencias post-pandemia que valoran los modelos híbridos por su resiliencia, accesibilidad y capacidad para optimizar los recursos educativos en la formación superior.¹⁵

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Baynes JW, Dominiczak MH. Medical Biochemistry. 6th ed. Elsevier; 2022.
2. Chirico C, Gaggioli A, Calabro RS. The educational and training role of virtual reality in the COVID-19 era. J Med Virol. 2021;93(3):1243-1244. <https://doi.org/10.1002/jmv.26514>
3. O'Doherty D, Dromey M, Lougheed 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>
4. Horvat A, Dobrota M, Krsmanovic M, Cukusic M. Student perception of Moodle learning management system: a satisfaction and usability study. Int J Med Educ. 2015;6:112-21. <https://doi.org/10.5116/ijme.55dd.1c5c>
5. Kononowicz AA, Zary N, Edelbring S, Corral J, Hege I. Virtual patients - what are we talking about? A framework to classify the meanings of the term in healthcare education. BMC Med Educ. 2015;15:11. <https://doi.org/10.1186/s12909-015-0296-3>
6. Servant-Miklos VFC, Norman GR, Schmidt HG. A short intellectual history of problem-based learning. In: The Wiley Handbook of Problem-Based Learning. Wiley; 2019. p. 3-24. <https://doi.org/10.1002/9781119173243.ch1>
7. Kyaw BM, Saxena N, Posadzki P, Vseteckova J, Nikolaou CK, George PP, et al. Virtual Reality for Health Professions Education: Systematic Review and Meta-Analysis by the

- Digital Health Education Collaboration. J Med Internet Res. 2019;21(1):e12959. <https://doi.org/10.2196/12959>
8. Khan S, Siddiqui ZS. The role of virtual and simulated laboratories in basic sciences education. Med Educ Online. 2022;27(1):2049615. <https://doi.org/10.1080/10872981.2022.2049615>
 9. Al-Elq AH. Simulation-based medical education in the era of COVID-19. J Family Community Med. 2020;27(3):220-222. https://doi.org/10.4103/jfcm.JFCM_271_20
 10. Foronda CL, Fernandez-Burgos M, Nadeau C, Kelley CN, Henry MN. Virtual Simulation in Nursing Education: A Systematic Review Spanning 2015 to 2020. Clin Simul Nurs. 2021;58:39-50. <https://doi.org/10.1016/j.ecns.2021.05.002>
 11. Gómez-del-Río G, García-Carrión A, Caeiro-Rodríguez M. Impact of Gamification on Student Engagement and Performance in a University Course: A Case Study. Electronics. 2023;12(5):1227. <https://doi.org/10.3390/electronics12051227>
 12. Zheng L, Zhang X, Cui P. The role of self-regulated learning in online learning: a systematic review. J Comput Assist Learn. 2022;38(5):1233-1253. <https://doi.org/10.1111/jcal.12690>
 13. Pears M, Morton M, O'Donovan B, Rerat M, Vlachopoulos P. Comparing student learning and perceptions of a virtual and a traditional laboratory practical. J Univ Teach Learn Pract. 2021;18(6). <https://doi.org/10.53761/1.18.6.5>
 14. Liaw SY, Ooi SW, Rusli KDB, Lau TC, Tam W, Chua WL. Nurse-Educators' and Nursing Students' Perceptions of a Virtual Reality Simulation for End-of-Life Care Education: A Qualitative Study. Nurse Educ. 2020;45(4):E54-E58. <https://doi.org/10.1097/NNE.0000000000000735>
 15. Guimarães T, Dantas AM, Viana J, Valenti VE, de Abreu LC. The new era of blended learning in health professions education. J Hum Growth Dev. 2021;31(1):161-166. <http://doi.org/10.36311/jhgd.v31.10955>

Conflictos de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.