

AULA VIRTUAL EN MOODLE PARA EL APRENDIZAJE DE ANATOMÍA HUMANA GENERAL ENFOCADO EN LA METODOLOGÍA PACIE

VIRTUAL CLASSROOM IN MOODLE FOR THE LEARNING OF GENERAL HUMAN ANATOMY BASED ON THE PACIE METHODOLOGY

Recibido: 13/10/2025 - **Aceptado:** 16/06/2026

Angie Alejandra Nastar Pastas

Magister en Educación, Tecnología e Innovación
Universidad Politécnica Estatal del Carchi

angie.alejandra.nastar@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-6349-168X>

Jorge Santiago Terán Vaca

Docente de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi
Tulcán - Ecuador

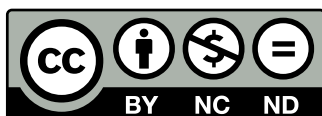
Máster Universitario en Tecnología Educativa y Competencias Digitales
Universidad Internacional de La Rioja

jorge.teran@upec.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-6105-3101>

Como citar este artículo:

Nastar, A., & Terán, J. (julio - diciembre 2026). Aula virtual en Moodle para el aprendizaje de Anatomía Humana General enfocado en la metodología PACIE. *Sathiri*, 21 (2), 64 – 81. <https://doi.org/10.32645/13906925.1489>



Resumen

El estudio evaluó el impacto de un aula virtual desarrollada en la plataforma de Moodle bajo la metodología PACIE, en la asignatura de Anatomía Humana General, con estudiantes del segundo semestre de la carrera de Actividad Física y Deporte de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Se aplicó un diseño cuasiexperimental con pretest y posttest a una muestra de 75 estudiantes, utilizando un cuestionario validado de 15 ítems. La fiabilidad del instrumento fue adecuada, con valores de Alfa de Cronbach de 0,747 en el pretest y 0,827 en el posttest. Los resultados evidenciaron incrementos significativos en todas las dimensiones: cognitiva (planos y ejes anatómicos) del 41,3 % al 75 %; osteomuscular, del 16 % al 65,3 %; articular, del 50,7 % al 65,3 %; y funcional (acciones musculares en el deporte), del 49,3 % al 96 %. La prueba de Shapiro–Wilk ($p < 0,05$) confirmó ausencia de normalidad, y la prueba de Wilcoxon ($W = 172,5$; $p < 0,001$) mostró diferencias significativas entre ambas mediciones. Se concluye que la metodología PACIE, aplicada en entornos Moodle, constituye una estrategia eficaz para fortalecer el aprendizaje anatómico y la formación profesional en ciencias del deporte.

Palabras clave: aula virtual, PACIE, anatomía, Moodle, aprendizaje digital.

Abstract

The study evaluated the impact of a virtual classroom developed in the Moodle platform under the PACIE methodology in the subject General Human Anatomy, involving second-semester students from the Physical Activity and Sports program at Universidad Politécnica Estatal del Carchi. A quasi-experimental design with pretest and posttest was applied to a sample of 75 students using a validated 15-item questionnaire. The instrument showed adequate reliability, with Cronbach's Alpha values of 0.747 in the pretest and 0.827 in the posttest. Significant progress was observed across all dimensions: cognitive (anatomical planes and axes) from 41.3% to 75%; the osteomuscular from 16% to 65.3%; articular from 50.7% to 65.3%; and functional (muscular actions in sports) from 49.3% to 96%. The Shapiro–Wilk test ($p < 0.05$) confirmed the absence of normality, and the Wilcoxon signed-rank test ($W = 172.5$; $p < 0.001$) revealed significant differences between both measurements. It is concluded that the PACIE methodology, applied in Moodle environments, represents an effective strategy to strengthen anatomical learning and professional training in sports sciences.

Keywords: virtual classroom, PACIE, anatomy, Moodle, digital learning.

Introducción

En el marco de cambios que plantea la educación superior en la era digital, el uso de herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje se ha visto no como un complemento, sino como un imperativo. Esto destaca más en campos del saber que requieren de la comprensión de estructuras complejas, este es el caso de Anatomía Humana. Esta materia fundamental para la formación de los profesionales de la salud y deporte ha estado históricamente asociada a metodologías expositivas con dependencia de las memorización y recursos físicos tradicionales. Sin embargo, todos estos enfoques han resultado poco adecuados para hacer frente a las necesidades educativas actuales que promueven el aprendizaje significativo, el análisis funcional del cuerpo humano y su ejercicio en situaciones reales (Freitas y Spiegel, 2021).

En particular, la carrera de Actividad Física y Deporte de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC) está siendo demandada al tener que actualizar sus estrategias didácticas para enseñanza de la Anatomía Humana General. Aunque se dispone posibilidades derivadas de entornos virtuales de aprendizaje, como la plataforma de Moodle de la UPEC, se ha detectado la ausencia de una unidad didáctica estructurada que contemple la integración recursos digitales adecuados, con principios pedagógicos actualizados y alojados en metodologías activas que promuevan la participación y el desarrollo cognitivo del estudiante.

Se han reportado en América Latina y Europa algunos estudios que evidencian los beneficios del uso de herramientas tecnológicas y plataformas digitales para la enseñanza de la anatomía. Por ejemplo, en Brasil, Freitas y Spiegel (2021) encontraron que la inserción de un ambiente virtual híbrido con videos interactivos y dinámicas de aula invertida facilitó la comprensión anatómica y la participación de los estudiantes. En Ecuador Córdova Martínez et al. (2025), demostraron que Moodle facilita el aprendizaje autodirigido, la estructuración del contenido y el trabajo colaborativo entre pares, mientras que, en Cuba, Navarro et al. (2024) resaltaron el papel de las aulas virtuales en la enseñanza de las ciencias biomédicas básicas, por permitir el estudio autónomo y la superación docente. Asimismo, Bucarey et al. (2023), en Chile, reconocieron la adecuación de la metodología PACIE para la organización de entornos virtuales ordenados, coherentes y motivadores. Geribaldi-Doldán et al. (2023), en España, señalaron que la utilización de simuladores 3D, técnicas de gamificación y espacios con videos tutoriales mejora la motivación y comprensión de estructuras complejas, incluso sin acceso a cadáveres. Para concluir, Salazar Huerta y López Regalado (2024) en una revisión sistemática, indicaron que el aprendizaje significativo de la anatomía mejora con la integración de TIC, metodologías activas, simulación y laboratorios virtuales.

En definitiva, estos hallazgos apoyan la conveniencia de concebir un aula virtual en Moodle desde las metodologías activas, recursos digitales y procedimientos pedagógicos que incentiven, tanto el aprendizaje autónomo como el desempeño académico en Anatomía Humana General.

En este contexto, la investigación actual se origina por la necesidad de diseñar e implementar un aula virtual en la plataforma Moodle sustentada en la metodología PACIE. Su propósito es optimizar la organización didáctica de la unidad curricular Anatomía Humana General, en estudiantes de segundo semestre de la carrera de Actividad Física y Deporte de la UPEC. Esta iniciativa responde a las limitaciones del modelo tradicional de enseñanza, caracterizado por una transmisión unidireccional del conocimiento. Asimismo, busca dar respuesta a los retos tecnológicos, pedagógicos y formativos que enfrenta la educación superior en el siglo XXI, especialmente en

contextos que demandan aprendizajes dinámicos, autónomos y contextualizados al desempeño profesional.

A partir de estas premisas, el estudio se orienta por la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo influye el diseño de un aula virtual bajo la metodología PACIE en el aprendizaje de Anatomía Humana General en estudiantes de segundo semestre de la carrera de Actividad Física y Deporte de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi?

En coherencia con los fundamentos teóricos y metodológicos que sustentan este estudio, el objetivo general se orienta a diseñar e implementar un aula virtual en la plataforma Moodle. Esta estrategia se encuentra estructurada bajo los principios de la metodología PACIE, con el fin de optimizar la enseñanza de la unidad didáctica de Anatomía Humana General en los estudiantes de segundo semestre de la carrera de Actividad Física y Deporte de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

La propuesta busca fortalecer el currículo mediante la integración de recursos digitales interactivos que favorezcan una comprensión significativa de la anatomía y promuevan su aplicación funcional en contextos propios del movimiento humano y la práctica deportiva.

Asimismo, el diseño del aula virtual busca fortalecer la autonomía, la reflexión crítica y el trabajo colaborativo, por lo cual se concibe no solo como un espacio de acceso a contenidos, sino como un entorno de mediación pedagógica que favorece un aprendizaje activo y transferible al contexto profesional. De este modo, su implementación se constituye en una contribución relevante a la innovación educativa institucional, al evidenciar cómo el uso intencional de tecnologías formativas puede transformar las prácticas docentes y elevar la calidad del aprendizaje en la educación superior.

Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un tipo aplicado y cuantitativo, con un diseño cuasiexperimental sin grupo control, el cual se complementa con un componente descriptivo-correlacional, (Reyes, 2022). Su propósito fue evaluar el impacto del diseño e implementación de un aula virtual en la plataforma Moodle, estructurada bajo la metodología PACIE, en el aprendizaje de Anatomía Humana General en estudiantes universitarios de segundo semestre de la carrera de Actividad Física y Deporte. El diseño cuasiexperimental se aplicó con una sola cohorte de estudiantes, a quienes se les realizaron mediciones pretest y posttest para identificar los cambios producidos tras la intervención pedagógica. Este tipo de diseño se justificó porque, aunque no se contó con un grupo control, fue posible establecer comparaciones dentro del mismo grupo de estudio, antes y después de la aplicación del aula virtual (Jiménez, 2024).

La investigación se efectuó en la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC), institución pública ubicada en la ciudad de Tulcán, Ecuador. Específicamente, el estudio se desarrolló en el entorno virtual de la plataforma “Mil Aulas Moodle”, creada de manera independiente por los investigadores como espacio gratuito de gestión académica. En este espacio, se construyó el aula virtual objeto de análisis para la carrera de Actividad Física y Deporte.

La población estuvo conformada por los estudiantes de segundo semestre de la carrera de Actividad Física y Deporte, perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Salud y del Deporte de la UPEC. La muestra fue no probabilística por conveniencia, seleccionada en función de criterios de accesibilidad, disponibilidad y pertinencia. La inclusión se limitó a los estudiantes matriculados en la asignatura de Anatomía Humana General durante el semestre académico en curso. Este grupo fue

elegido por encontrarse en una etapa formativa inicial, lo cual permitió observar de manera clara los efectos del entorno virtual sobre su proceso de aprendizaje.

El proceso metodológico se estructuró en tres fases. Durante la fase diagnóstica, se aplicó un pretest compuesto por un cuestionario de opción múltiple de 15 ítems —validado por juicio de expertos— con el propósito de identificar los conocimientos previos de los estudiantes de Anatomía Humana General. Posteriormente, para la fase de diseño, se desarrolló, una unidad didáctica en un aula virtual implementada en la plataforma Moodle. Esta fue fundamentada en los principios de la metodología PACIE, con el fin de orientar la planificación pedagógica hacia la participación, la comunicación y la interacción efectiva en entornos digitales. Finalmente, en la fase de intervención y evaluación se administró un postest equivalente al pretest, lo que permitió realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos y determinar el impacto del aula virtual sobre el aprendizaje anatómico.

El procesamiento de la información se efectuó mediante el cálculo de porcentajes por cada dimensión de conocimiento: cognitiva (planos y ejes anatómicos), osteomuscular, articular y funcional, con el objetivo de establecer el nivel de dominio alcanzado por los estudiantes en cada una de ellas. Para garantizar la fiabilidad del instrumento, se empleó el coeficiente de Alfa de Cronbach, lo que permitió evaluar la consistencia interna tanto en el pretest como en el postest. Asimismo, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, recomendada para muestras menores a 100 participantes, cuyos resultados evidenciaron que los datos no seguían una distribución normal. En consecuencia, se optó por la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon que permitió identificar diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones y confirmar el efecto del aula virtual en el aprendizaje de los estudiantes.

Durante el proceso, se integraron diversas herramientas tecnológicas, como Mil Aulas Moodle, Genially, Kenhub, y Sketchfab, además de recursos multimedia interactivos que fortalecieron la comprensión visual y espacial de las estructuras anatómicas. Para la gestión y análisis de datos se utilizaron Microsoft Excel y SPSS, lo que permitió organizar la información con precisión y realizar un tratamiento estadístico riguroso. Todo el procedimiento se desarrolló conforme a los principios bioéticos y de integridad académica. Con ello, se aseguró la confidencialidad, el consentimiento informado y el respeto hacia los participantes, en coherencia con los estándares de investigación científica en educación superior.

Resultados

La evaluación de la fiabilidad del instrumento se realizó mediante el coeficiente de Alfa de Cronbach, mientras que la verificación de la distribución de los datos se efectuó utilizando la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, elegida por su idoneidad ante muestras inferiores a cien participantes. Ambas pruebas proporcionaron información esencial para garantizar la validez estadística y la consistencia de los resultados obtenidos, como se detalla a continuación.

Fiabilidad del instrumento: Alfa de Cronbach

La consistencia interna del cuestionario fue determinada a través del coeficiente Alfa de Cronbach, considerando uno de los indicadores más sólidos y ampliamente empleados en la investigación educativa para valorar la homogeneidad de los ítems que conforman un instrumento de medición. Este coeficiente permite estudiar el grado de correlación entre los reactivos y su capacidad para reflejar, de manera coherente y estable, el constructo teórico evaluado; en este caso, el aprendizaje anatómico en un entorno virtual de aprendizaje.

En la fase pretest, el valor obtenido fue $\alpha = 0,747$, lo que indica un nivel de confiabilidad considerado y aceptable según los criterios establecidos por DeVellis y Thorpe (2022). Este resultado demuestra que el instrumento inicial permitió evaluar de manera estable y consistente los conocimientos previos de los estudiantes sobre los contenidos de anatomía. En la fase posttest, el alfa alcanzó un valor de 0,827, considerado de alta confiabilidad, lo que confirma que el cuestionario mantuvo coherencia tras la intervención pedagógica y que las respuestas obtenidas fueron consistentes al ser aplicadas en un segundo momento. Esta mejora en la consistencia interna refuerza la validez del análisis comparativo y asegura que las diferencias observadas reflejan el efecto de la intervención más que inconsistencias en la prueba, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.
Fiabilidad del instrumento en pretest y posttest

Instrumento aplicado	Nº de ítems	Alfa de Cronbach	Nivel de confiabilidad
Pretest Anatomía Humana General	15	0,747	Aceptable
Posttest Anatomía Humana General	15	0,827	Alta

Estos resultados coinciden con lo planteado por Jiménez (2024) y Navarro et al. (2024), quienes sostienen que la adecuada fiabilidad de los instrumentos de evaluación es requisito indispensable para la validez de los análisis estadísticos en contextos educativos mediados por entornos virtuales.

Análisis por dimensiones de aprendizaje

El análisis de los datos permitió comprender con mayor profundidad el desempeño del estudiantado en cada una de las dimensiones evaluadas, lo cual ofreció una visión integral del proceso de aprendizaje en la asignatura de Anatomía Humana General. Este examen detallado posibilitó identificar con precisión los logros alcanzados y las áreas que aún requieren fortalecimiento. Este proceso evidenció el impacto positivo de la medición pedagógica mediante el aula virtual. Tal como se presenta en la Tabla 2, el cuestionario se estructuró en torno a cuatro dimensiones del conocimiento anatómico: cognitiva (planos y ejes anatómicos), osteomuscular (orígenes e inserciones musculares), articular (clasificación y tipo de articulaciones) y funcional (acciones musculares vinculadas al deporte). Esta organización permitió un abordaje analítico coherente con los propósitos formativos de la carrera y con la naturaleza aplicada de la anatomía en el ámbito de la actividad física.

Tabla 2

Dimensiones e indicadores de aprendizaje en Anatomía Humana General

Dimensiones	Indicadores
Conocimientos integrales	• Cognitivo (planos y ejes anatómicos) • Osteomuscular (inserciones y orígenes musculares) • Articular (clasificación de articulaciones) • Funcional (acciones musculares en el deporte)
Desempeño académico	• Resultados en pretest y posttest • Nivel de progreso tras la intervención educativa

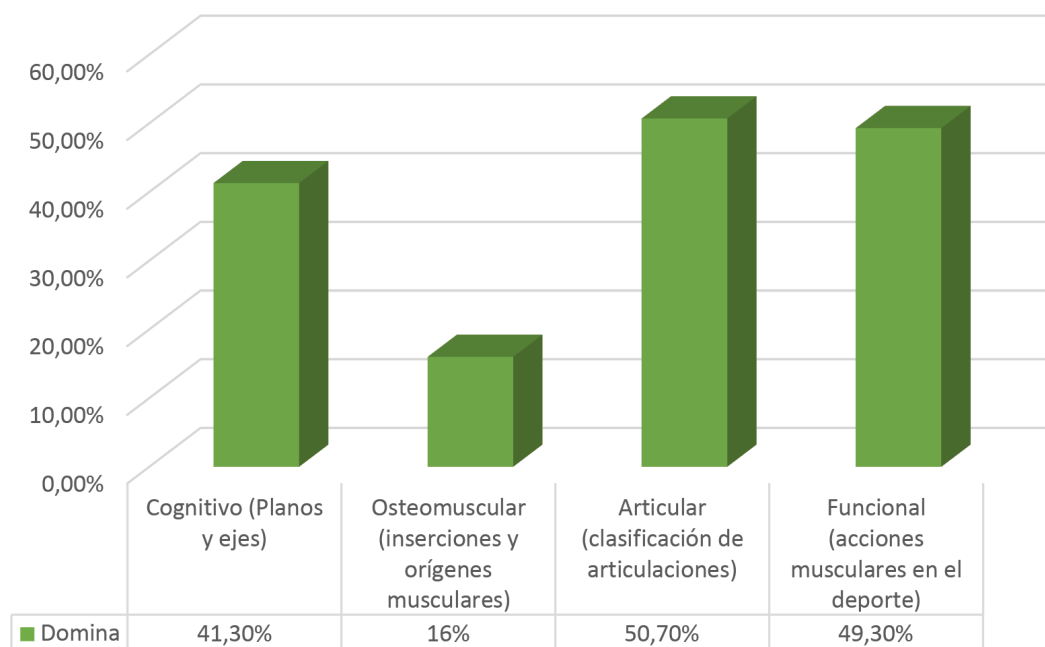
Además, se consideraron como variables complementarias el desempeño académico global en el pretest y el posttest, así como el nivel de progreso alcanzado tras la intervención educativa en el aula virtual.

A continuación, se presenta el análisis secuencial por dimensiones, iniciando con los resultados del pretest —que permiten establecer el punto de partida y el nivel de conocimientos previos de la cohorte estudiada— y posteriormente con los resultados del posttest, que reflejan el impacto de la intervención pedagógica y los avances logrados en cada indicador.

Análisis pretest

Al examinar los datos obtenidos en la fase diagnóstica, se evidencian diferencias notables en el desempeño de los estudiantes según cada dimensión de conocimiento evaluada. Así como se muestra en la Figura 1 —en la que se representa el total de la cohorte (100 %, equivalente a los 75 estudiantes) distribuidos en los cuatro indicadores—, se aprecia el porcentaje que domina el conocimiento en cada caso. Este recurso gráfico facilita la comparación global de los niveles de acierto en planos y ejes anatómicos, inserciones musculares, clasificación articular y funciones musculares, lo cual facilita identificar con claridad las áreas de mayor fortaleza y aquellas que presentan vacíos conceptuales.

Figura 1
Conocimientos generales pretest



Los resultados del pretest revelaron una clara heterogeneidad en el desempeño de los estudiantes en las distintas dimensiones analizadas, lo que refleja una comprensión desigual de los contenidos anatómicos. En la dimensión cognitiva vinculada a la identificación de planos y ejes anatómicos, 31 estudiantes (41,3%) demostraron un dominio adecuado de los ítems, mientras que 44 (58,7%) presentaron dificultades para reconocer con precisión la orientación espacial de los movimientos corporales. Este resultado sugiere que, antes de la intervención, la base conceptual sobre los fundamentos de la anatomía era todavía incipiente.

En la dimensión osteomuscular, orientada al reconocimiento de los orígenes e inserciones musculares, el desempeño fue más limitado: solo 12 estudiantes (16%) respondieron correctamente la totalidad de los ítems, frente a 63 (84%) que evidenciaron vacíos conceptuales. Este patrón refuerza la necesidad de estrategias pedagógicas que promuevan la comprensión funcional del sistema musculoesquelético, de modo que supere el aprendizaje memorístico y potencie la aplicación práctica mediante recursos digitales interactivos.

Por su parte, en la dimensión articular, los resultados mostraron una distribución equilibrada, con 38 estudiantes (50,7%) que identificaron correctamente la clasificación de las articulaciones y 37 (49,3%) que no lo lograron. Este comportamiento revela un aprendizaje poco uniforme dentro del grupo, lo cual demanda mayor acompañamiento y refuerzo didáctico en la comprensión estructural y funcional de las articulaciones, aspecto clave para el desarrollo de competencias anatómicas aplicadas al ámbito del deporte.

Finalmente, en el indicador funcional —relacionado con las acciones musculares aplicadas al deporte— los resultados dictaron datos más críticos. Ningún estudiante respondió de forma íntegra todos los ítems, aunque se evidenció que 37 (49,3 %) lograron contestar al menos una de las preguntas de manera correcta, mientras que el resto presentó mayores dificultades. Este

hallazgo sugiere que existían conocimientos parciales sobre la relación entre músculos y acciones deportivas, pero aún fragmentados y poco consolidados. En consecuencia, la integración entre la teoría anatómica y la práctica deportiva se configuraba como un reto significativo antes de la intervención pedagógica.

Diseño del aula virtual con la metodología PACIE

En la fase de intervención se diseñó y activó una unidad didáctica en un aula virtual Moodle, fundamentada en la metodología PACIE (Presencia, Alcance, Capacitación, Interacción y Elearning). Este espacio es reconocido por estructurar entornos virtuales de manera integral al contemplar la motivación inicial, la claridad en los objetivos, la capacitación en el uso de la plataforma, la interacción como eje pedagógico y el aprovechamiento de los recursos digitales en la modalidad e-learning (Toscano Quispe et al., 2024).

En este contexto, se optó por un aula virtual de carácter iconográfico, en la cual los estudiantes accedieron a los bloques temáticos a través de íconos representativos que actuaban como puertas de entrada a los contenidos formativos. El diseño del entorno se sustentó al principio de presencia, entendido como un componente esencial para generar impacto visual, orientar la navegación y fortalecer el sentido de pertenencia dentro del espacio digital de aprendizaje (Jácome-Morales et al., 2024). Por su parte, en el bloque inicial se integraron elementos claves como: la presentación del curso, el pretest diagnóstico, las orientaciones generales y un foro de bienvenida, los cuales conformaron la fase de alcance y facilitaron la familiarización del estudiantado con la estructura del aula (Alonso, 2020).

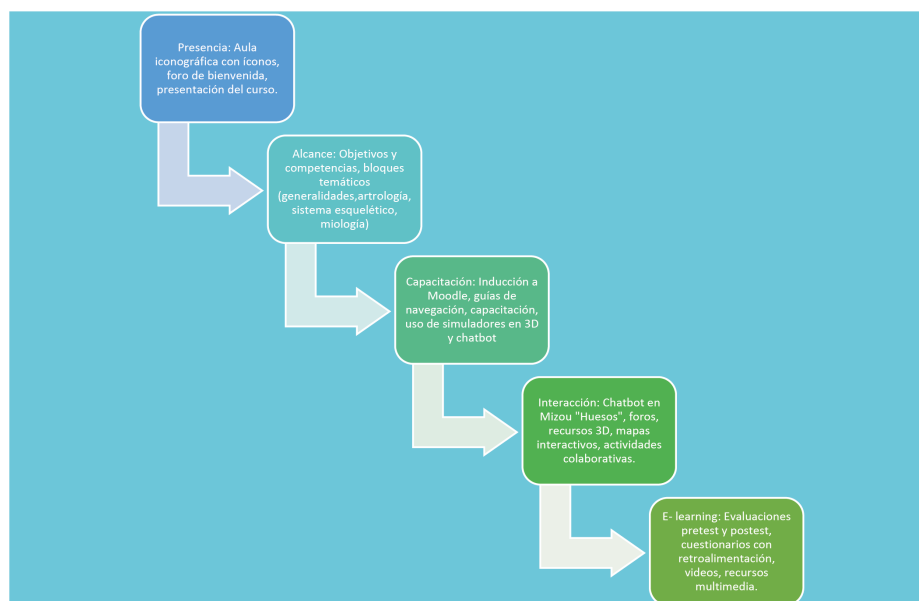
La capacitación inicial se desarrolló mediante una inducción práctica, orientada al uso autónomo y responsable de la plataforma Moodle. Durante esta etapa, los estudiantes recibieron acompañamiento en el acceso, la gestión y la exploración de los recursos disponibles, lo cual promovió una participación activa, reflexiva y sostenida en el entorno digital.

En cuanto a la interacción, se fomentaron dinámicas comunicativas sincrónicas y asincrónicas, apoyadas en foros de discusión, cuestionarios formativos y la implementación de un asistente virtual denominado “Huesos” (Mizou), el cual es concebido como un *chatbot* de apoyo académico para resolver dudas y acompañar los procesos de estudio. La integración de recursos tridimensionales (*sketchfab*), mapas interactivos y materiales de Kenhub enriqueció la experiencia formativa. De esta manera, se favoreció la exploración autónoma, la visualización detallada de estructuras anatómicas y una retroalimentación inmediata, aspectos indispensables para consolidar el aprendizaje significativo en Anatomía Humana General.

Durante la fase de e-learning se aplicaron evaluaciones formativas con retroalimentación automática, junto con recursos multimedia: videos, mapas, conceptuales y modelos 3D, que facilitaron la comprensión progresiva de los contenidos. Los cuestionarios pretest y posttest permitieron contrastar el avance conceptual alcanzado, lo cual evidenció una mejora cognitiva y funcional del grupo. En suma, el diseño iconográfico del aula, articulado con la metodología PACIE, posibilitó un aprendizaje estructurado, motivador y accesible. Con ello, fue posible integrar la teoría anatómica con la práctica deportiva en un entorno digital inclusivo, dinámico y flexible, tal como se ilustra en la Figura 2, que muestra la organización del aula de acuerdo con dicha metodología.

Figura 2

Modelo PACIE aplicado al aula iconográfica de Anatomía Humana General

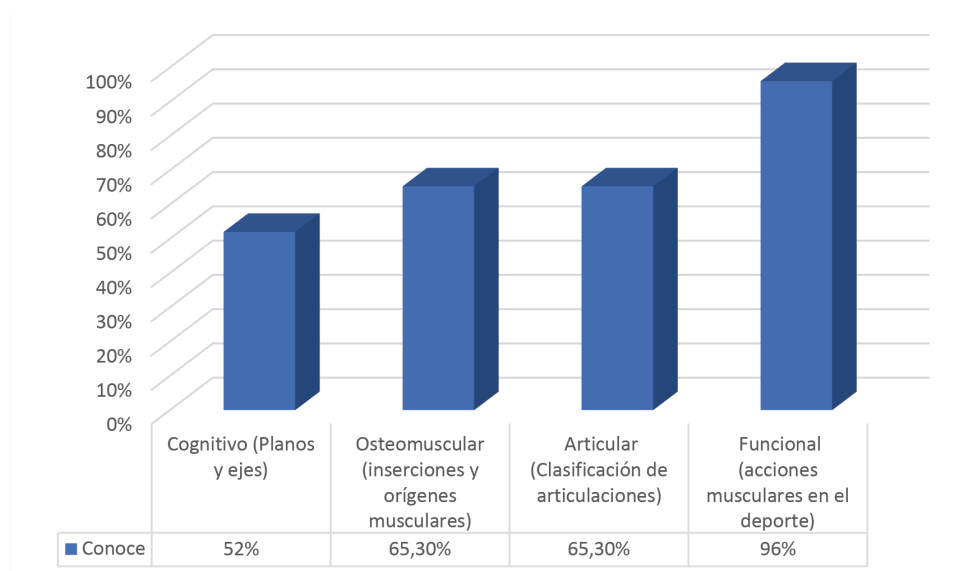


Análisis del posttest

Una vez implementada la intervención pedagógica mediante el aula virtual en Moodle, se aplicó el posttest con el fin de valorar los avances alcanzados en las dimensiones de aprendizaje anatómico. Tal como se aprecia en la Figura 3 —en la cual se representa nuevamente el 100 % de la cohorte (75 estudiantes) en relación con los cuatro indicadores—, se observa un incremento en los porcentajes de dominio en comparación con el pretest, lo que evidencia mejoras significativas en cada una de las áreas evaluadas.

Figura 3

Conocimientos generales posttest



Los resultados obtenidos en el postest evidenciaron un avance significativo y estadísticamente comprobable en todas las dimensiones evaluadas tras la implementación pedagógica en el aula virtual Moodle. En la dimensión cognitiva —relacionada con la identificación de los planos y ejes anatómicos— 39 estudiantes (52%) respondieron correctamente la totalidad de los ítems, frente a 36 (48%) que presentaron algún error. En comparación con el pretest (41,3%), se observa una mejora sustancial en la comprensión de la orientación espacial del cuerpo humano, lo que refleja un aprendizaje más profundo y estructurado en uno de los pilares fundamentales de la anatomía.

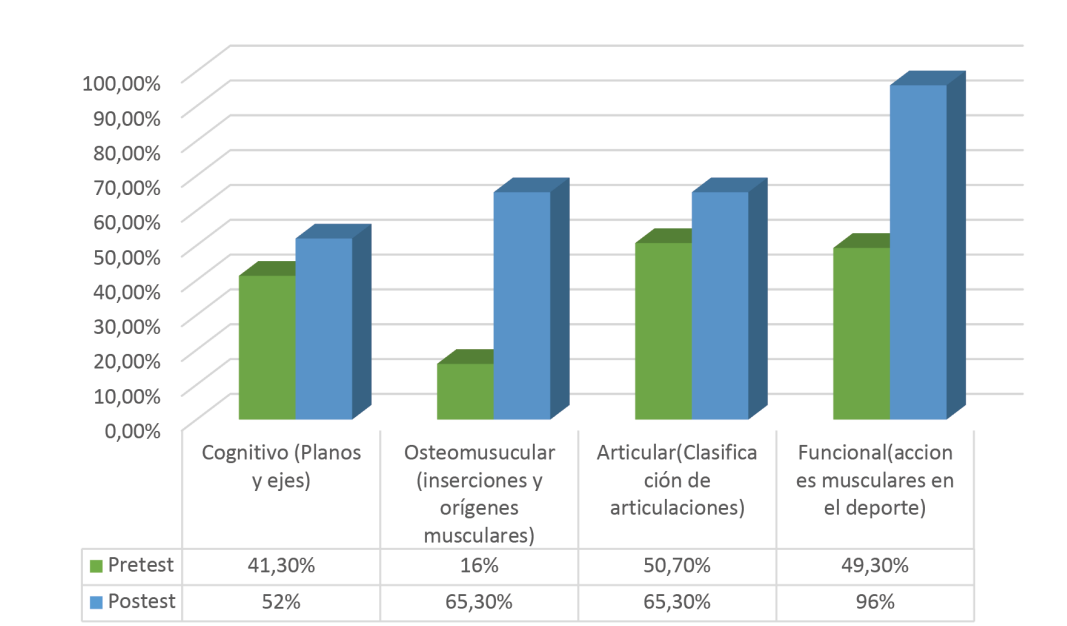
De manera complementaria, la dimensión osteomuscular, centrada en el reconocimiento de los orígenes e inserciones musculares, mostró un progreso aún más notorio. En el postest, 49 estudiantes (65,3%) lograron resolver correctamente todos los ítems, frente a 26 (34,7%) con errores. En contraste con el 16% de desempeño óptimo alcanzado con el pretest, este incremento confirma la eficacia del uso de entornos digitales interactivos, los cuales facilitaron la comprensión funcional del sistema musculoesquelético.

En cuanto a la dimensión articular, los resultados evidenciaron también una tendencia ascendente hacia la consolidación conceptual. En el postest, 49 estudiantes (65,3%) respondieron correctamente todos los ítems, frente a 26 (34,7%) que presentaron errores. Estos valores contrastan con los del pretest (50,7% aciertos), lo cual demuestra un fortalecimiento en la comprensión de la clasificación y la dinámica de las articulaciones. Este resultado es atribuible al uso de recursos tridimensionales y materiales de visualización atómica integrados en el aula virtual.

Finalmente, en la dimensión funcional, orientada a la aplicación del conocimiento anatómico en contextos de movimiento y práctica deportiva, mostró los avances más sobresalientes. Mientras en el pretest solo el 49,3 % de los estudiantes alcanzó respuestas parcialmente correctas, en el postest 72 participantes (96 %) respondieron de manera íntegra todos los ítems. Este resultado constituye una evidencia empírica del fortalecimiento de la transferencia del conocimiento teórico hacia la práctica aplicada, aspecto esencial en la formación de profesionales en Actividad Física y Deporte.

En síntesis, los hallazgos reflejan que la intervención pedagógica mediada por recursos digitales y móviles no solo mejoró el rendimiento académico, sino que también potenció la comprensión funcional del cuerpo humano desde una perspectiva integral. La Figura 4 ilustra gráficamente estas diferencias entre las mediciones pretest y postest, de modo que destacan el impacto positivo del diseño instruccional basado en la metodología PACIE.

Figura 4
Gráfico pretest vs posttest



Finalmente, con el fin de garantizar la validez y solidez de los resultados, se verificó la fiabilidad del instrumento utilizado para evaluar los conocimientos en Anatomía Humana General. Los valores obtenidos confirmaron la consistencia interna del cuestionario, se validó la robustez metodológica del estudio y se respaldó la pertinencia del enfoque didáctico implementado. El cuestionario estuvo conformado por 15 ítems de opción múltiple, distribuidos en cuatro dimensiones: cognitiva planos y ejes anatómicos; osteomuscular inserciones y orígenes musculares; articular clasificación de articulaciones y funcional; y acciones musculares aplicadas al deporte.

Esta estructura permitió valorar no solo el nivel de dominio conceptual, sino también la capacidad de aplicación de los conocimientos en contextos vinculados con la práctica deportiva. Gracias a ello, se ofreció una lectura más integral del aprendizaje alcanzado tras la intervención pedagógica. La coherencia interna del instrumento y su correspondencia con los objetivos formativos del curso aseguran que las evidencias obtenidas reflejen de manera fiel los avances cognitivos y procedimentales del estudiantado dentro de un entorno digital mediado por tecnologías.

Prueba de normalidad

Con el propósito de determinar el tipo de análisis estadístico más adecuado para establecer si existían diferencias significativas entre las mediciones del pretest y del posttest, se procedió a verificar la distribución de los datos obtenidos. Dado que la muestra estuvo conformada por menos de 100 participantes, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, ampliamente recomendada para muestras pequeñas o medianas por su sensibilidad en la detección de desviaciones respecto a la normalidad. Este procedimiento permitió comprobar si las puntuaciones obtenidas en ambas fases del estudio seguían una distribución normal, en condición necesaria para decidir la aplicación de pruebas paramétricas o, en su defecto, optar por métodos no paramétricos más apropiados para este tipo de datos.

Los resultados revelaron que las puntuaciones correspondientes al pretest ($W = 0,939$; $p = 0,001$) y al posttest ($W = 0,749$; $p < 0,001$) no se ajustaron a una distribución normal. Este hallazgo llevó a descartar el uso de pruebas paramétricas, como la *t* de *Student*, y a justificar la aplicación de pruebas no paramétricas para el análisis comparativo, lo cual garantizó la validez estadística de las conclusiones obtenidas.

Este comportamiento de datos es consecuente con lo señalado por Jamieson (2004), quien advierte que los cuestionarios educativos de opción múltiple tienden a producir distribuciones sesgadas debido a la concentración de respuestas en los extremos.

Análisis comparativo pretest – posttest

Dada la ausencia de normalidad, se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas, con el fin de contrastar las puntuaciones obtenidas en ambos momentos. El análisis mostró un valor de estadístico $W = 172,5$ con una significancia de $p < 0,001$, lo que permite rechazar la hipótesis nula y concluir que existieron diferencias estadísticamente significativas entre el pretest y el posttest, tal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Resultados de la prueba de Wilcoxon (pretest vs posttest)

Comparación	Estadístico W	Valor p	Significancia ($\alpha = 0,05$)
Pretest vs posttest	172,5	0.0000	Significativo

Este resultado confirma que la implementación del aula virtual en Moodle —bajo la metodología PACIE— impactó de manera positiva y significativa en el aprendizaje anatómico. Los estudiantes mostraron mejoras claras en la comprensión de planos, ejes, articulaciones y funciones musculares aplicadas al movimiento humano. Estos hallazgos se alinean con lo reportado por Freitas y Spiegel (2021); Bucarey et al. (2023) quienes destacan que las metodologías activas —apoyadas en entornos digitales— fortalecen tanto la motivación como el rendimiento académico en ciencias biomédicas aplicadas al deporte.

Discusión

Los hallazgos obtenidos en esta investigación demuestran un avance significativo en el aprendizaje de Anatomía General Humana tras la implementación del modelo PACIE mediado por entornos virtuales. Los resultados del pretest y posttest evidencian una mejora sustancial en las cuatro dimensiones analizadas: cognitiva, osteomuscular, articular y funcional.

En la dimensión cognitiva —relacionada con la identificación de planos y ejes anatómicos— se observó un incremento del 41,3 % al 52 %, lo que indica un fortalecimiento del pensamiento espacial y la comprensión conceptual del cuerpo humano. Este progreso refleja la transición desde un aprendizaje memorístico hacia un aprendizaje visual y significativo, impulsado por la estructura secuencial y la interacción constante que ofrece el modelo PACIE. Tales resultados guardan relación con los obtenidos por Geribaldi-Doldán et al. (2023), quienes, al integrar actividades gamificadas y simuladores tridimensionales en la enseñanza de anatomía, reportaron una disminución del 32%

al 20% en los errores conceptuales. Por ende, se destacó que la mediación tecnológica potencia la comprensión conceptual y la participación.

Para la dimensión osteomuscular, correspondiente a orígenes e inserciones musculares, se registró un incremento del 16% al 65,3% constituyéndose en la mejora más amplia del proceso. El uso de recursos interactivos, sumado a los materiales audiovisuales alojados en el aula virtual, posibilitó una aproximación más contextualizada al aprendizaje anatómico, en el cual el estudiante reconoció estructuras y funciones a partir de experiencias visuales y kinestésicas. Este avance coincide con el modelo híbrido multimodal propuesto por Freitas y Spiegel (2021), quienes demostraron que la integración de Moodle con las redes sociales y actividades gamificadas genera un entorno motivador, participativo y centrado en el estudiante. En coherencia, el modelo PACIE también fortaleció las fases de capacitación e interacción, lo cual favoreció el aprendizaje autónomo, la investigación guiada y la construcción colaborativa del conocimiento.

En la dimensión articular, vinculada con la clasificación de las articulaciones, el aumento del 50,7% al 65,3% revela una comprensión más sólida de los principios biomecánicos y de la función del movimiento humano. La inclusión de foros, cuestionarios de autoevaluación y simulaciones permitió a los estudiantes integrar teoría y práctica, con lo cual aplicaron conocimientos en prácticas profesionales. Este comportamiento guarda correspondencia con lo reportado por Salazar Huerta y López Regalado (2024), quienes, en su revisión sistemática bajo la metodología PRISMA, concluyeron que las estrategias metodológicas basadas en las TIC, el aprendizaje colaborativo y la gamificación inciden en la mejora del desempeño académico en anatomía. En este sentido, el PACIE demuestra ser una propuesta coherente con las tendencias de innovación educativa que promueva la autonomía, la autorregulación y la retroalimentación permanente.

Para la dimensión funcional, asociada a las acciones musculares en el deporte, se alcanzó un incremento sobresaliente del 49,3 % al 96 % lo que pone de manifiesto la efectividad del modelo en la transferencia de los conocimientos teóricos a contextos prácticos. La incorporación de recursos digitales interactivos como, videos de análisis del movimiento, y simulaciones anatómicas tridimensionales permitió a los estudiantes relacionar los contenidos con escenarios propios de la práctica deportiva. Esto fortaleció la comprensión integral de la anatomía funcional. Este resultado se relaciona con lo expuesto por Córdova Martínez et al. (2025), quienes subrayan que las plataformas virtuales fomentan la capacidad de análisis, la colaboración y la aplicación de los contenidos en entornos reales.

Del mismo modo, Freitas y Spiegel (2021) demostraron que los ambientes híbridos y gamificados en Moodle generan aprendizajes activos y sostenidos al potenciar la autonomía y la autorregulación el estudiante. En este sentido, el modelo PACIE evidenció su mayor eficacia al combinar recursos asincrónicos, retroalimentación inmediata y contextualización profesional. De esta manera, fue posible lograr que el aprendizaje sea autónomo, motivador y significativo, en coherencia con los principios de la teoría del aprendizaje multimedia de Mayer y Fiorella (2020) y con la motivación intrínseca descrita en Chuchico Vaca et al. (2025).

Limitaciones del estudio

Pese a los avances obtenidos, este estudio presenta limitaciones inherentes a su diseño cuasiexperimental, particularmente en la ausencia de un grupo de control que permita comparar los efectos del modelo PACIE con las metodologías tradicionales en condiciones equivalentes, similar al estudio de Navarro et al. (2024). Así también, la implementación enfrentó restricciones institucionales, mientras que la distracción frecuente de los estudiantes —propia de entornos

híbridos y del uso de dispositivos personales— afectó la continuidad del aprendizaje autónomo como en Bucarey et al. (2023). Se suma a ella la dependencia de recursos digitales con enfoque biomédico, los cuales, aunque útiles, no están diseñados específicamente para la enseñanza de anatomía funcional orientada al movimiento humano y la actividad física, tal como en el estudio de Freitas y Spiegel (2021).

Estas limitaciones no invalidan los resultados, pero sí delimitan su alcance y evidencian la necesidad de fortalecer tanto las estrategias de autorregulación estudiantil como la creación de plataformas y recursos específicos para la actividad física y deportes.

Proyección y replicabilidad

La replicabilidad de esta propuesta en otros contextos educativos es posible siempre que existan condiciones institucionales que garanticen el acceso a plataformas virtuales, la formación docente en metodologías activas y un acompañamiento permanente para reducir las distracciones propias del ecosistema digital. Aunque la presente investigación se proyecta hacia su implementación en todos los semestres de la carrera, y potencialmente en asignaturas como: Biomecánica, Fisiología, y áreas del ámbito deportivo, las limitaciones de tiempo docente y falta de apoyo sostenido por parte de las autoridades dificultan su ampliación inmediata.

No obstante, estos resultados constituyen un antecedente sólido para futuras investigaciones orientadas a validar el modelo PACIE en distintas cohortes, comparar su eficiencia frente a otras metodologías digitales y promover el desarrollo de recursos tecnológicos especializados para la enseñanza de anatomía funcional deportiva. Estas líneas emergentes permitirán consolidar una educación digital más pertinente, inclusiva y articulada a las demandas formativas contemporáneas.

Conclusiones

1. Los resultados obtenidos evidencian que la implementación del modelo PACIE —estructurado en un aula virtual desarrollada en Moodle— generó un impacto formativo altamente significativo en el aprendizaje anatómico de los estudiantes. Las mejoras observadas entre el pretest y posttest permiten afirmar que la experiencia pedagógica fortaleció no solo la comprensión conceptual, sino también capacidad de aplicar el conocimiento a situaciones reales vinculadas al movimiento humano. Los incrementos alcanzados en las dimensiones osteomuscular (16 % a 65,30 %) y funcional (49,30 % a 96 %) constituyen los avances más contundentes. Estos datos reflejan una progresión desde el reconocimiento teórico hacia una integración práctica del saber anatómico. Pese a que las dimensiones cognitiva (41,30 % a 52 %) y articular (50,70 % a 65,30 %) mostraron avances más moderados, estos consolidan un aprendizaje equilibrado y coherente con las competencias propias de la disciplina.
2. El diseño instruccional implementado integró recursos multimedia, simulaciones tridimensionales y actividades contextualizadas en el ámbito del movimiento humano, lo que favoreció la transferencia del conocimiento teórico a situaciones prácticas de análisis corporal y comprensión funcional del cuerpo en el deporte. De esta manera, el aula virtual se consolidó como una herramienta pedagógica transformadora, capaz de vincular la teoría con la praxis y de fomentar una reflexión crítica sobre el significado del conocimiento anatómico en la formación profesional.

3. La consistencia interna del instrumento de evaluación verificada mediante el instrumento Alfa de Cronbach evidenció niveles adecuados de fiabilidad tanto en el pretest ($\alpha = 0,747$, nivel aceptable) como en el postest ($\alpha = 0,827$, nivel alto), lo cual garantiza la coherencia y estabilidad de los ítems empleados para valorar el aprendizaje anatómico. Posteriormente, la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk confirmó que los datos no seguían una distribución normal (pretest: $W = 0,939$; $p = 0,001$; postest: $W = 0,749$; $p < 0,001$), lo que justificó el uso de análisis no paramétricos. En este marco, la prueba de Wilcoxon permitió establecer diferencias estadísticamente significativas entre ambas mediciones ($W = 172,5$; $p = 0,000$), lo cual demostró un aumento sustantivo en el rendimiento académico. Estos resultados confirman la efectividad pedagógica del modelo PACIE para potenciar el aprendizaje profundo y la motivación intrínseca de los estudiantes. Con ello, se demuestra que una educación digital diseñada con intencionalidad didáctica puede generar procesos de aprendizaje de alta calidad, coherentes y sostenibles en el tiempo.
4. En síntesis, la experiencia formativa desarrollada demuestra que el modelo PACIE posee un alto potencial para humanizar y fortalecer los procesos educativos mediados por tecnología, al situar al estudiante como protagonista de su propio aprendizaje y al docente como mediador activo. El aula virtual se consolidó como un espacio de construcción colectiva del conocimiento, lo cual favoreció la motivación, la autorregulación y la responsabilidad académica. En un contexto en el cual la educación superior exige innovación, flexibilidad y pertinencia, los resultados de este estudio confirman que la articulación entre pedagogía y tecnología, cuando se fundamenta en modelos teóricos sólidos, puede producir aprendizajes de alta calidad, con impacto tanto en el rendimiento académico como en la formación profesional.

Bibliografía

- Alonso, M. L. (2020). Aprendizaje basado en problemas para enseñar anatomía humana en el Ciclo Formativo Superior de Documentación Sanitaria. *Universidad Internacional de La Rioja*.
- Bucarey, S., Tiznado-Matzner, G., Barría, J., Urdaneta, J., y Cabezas, X. (2023). Percepción del Aprendizaje Activo Virtual de la Anatomía Humana, por Estudiantes de la Universidad Austral de Chile—Student Perceptions of Active Learning for the Practice of Virtual Human Anatomy, a Study at the Universidad Austral de Chile. *Int. J. Morphol* (Vol. 41, Issue 5). https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022023000501474
- Chuchico Vaca, C. J., Chuchico Vaca, L. P., Chuchico Vaca, L. N., Escobar Corrales, S. J., y Santos Pilataxi, G. L. (2025). Motivación en entornos virtuales de aprendizaje y rendimiento académico en los estudiantes. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(1). <https://doi.org/10.56712/latam.v6i1.3440>
- Córdova Martínez, L. C., Vera Paredes, D. A., y Berrones Chimbolema, J. R. (2025). Impacto del aprendizaje colaborativo y autónomo mediante Moodle: revisión sistemática en contextos universitarios pre y pospandémicos. *Ciencia y Educación*, 6(4), 75–88. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15276932>
- DeVellis, R., y Thorpe, C. (2022). Scale development: Theory and applications. In *Personnel Psychology* (6th ed., Vol. 75, Issue 1). Wiley. <https://doi.org/10.1111/PEPS.12499>
- Freitas, E. C. B. de, y Spiegel, C. N. (2021). Repensando o ensino de Anatomia Humana para Educação Física baseado nas tendências educacionais do século XXI. *Research, Society and Development*, 10(9), e40410918247. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18247>
- Geribaldi-Doldán, N., Verástegui-Escolano, C., Rosety-Rodríguez, I., Sánchez-Gomar, I., y Castro-González, C. (2023). Nuevas técnicas docentes en Anatomía Humana para estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y Deporte. *Campus Virtuales*, 12(1), 121. <https://doi.org/10.54988/cv.2023.1.1114>
- Jácome-Morales, G., Guijarro Rodríguez, A., González-Rodríguez, C., Pozo González, D., y Valero Díaz, L. (2024). Impacto de las metodologías activas en la educación virtual: un estudio de caso en la Universidad de Guayaquil Impact of Active Methodologies in Virtual Education: A Case Study at the University of Guayaquil. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 17, 1–11. <https://www.scienceopen.com/document?vid=07daa119-4a2f-47bd-8aae-b6a701d2dc94>
- Jiménez, I. (2024). *Metodología de la investigación: triángulos para su construcción: Vol. Uno* (2da.). Ediciones de la U. https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=R9oJEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA6&dq=metodolog%C3%ADa+investigacion+&ots=CM-l3NduBi&sig=TytlNj8l6Ei-jVc-iyGpGw475-g&redir_esc=y#v=onepage&q=metodolog%C3%ADa%20investigacion&f=false
- Mayer, R., y Fiorella, L. (2020). The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. In R. Mayer & L. Fiorella (Eds.), *Cambridge University Press* (Third, Vol. 7, Issue 2). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108894333>

- Navarro, S., Diéguez Martínez, M., Niño Escofet, S., Odalys, R., y Rodríguez Hernández, R. (2024). *El aula virtual, superación para su uso en la enseñanza de las Ciencias Básicas Biomédicas*. <https://eventosbioquimica.sld.cu/index.php/bioquimica2024/2024/paper/view/112>
- Reyes, Eufemia. (2022). *Metodología de la investigación científica* (1st ed., Vol. 1). Page Publishing, Inc. https://books.google.com/ec/books?id=SmdxEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Salazar Huerta, J. A., & López Regalado, O. (2024). Estrategias Metodológicas para la Enseñanza de la Anatomía Humana: Una Revisión Sistemática Methodological Strategies for Teaching Human Anatomy: A Systematic Review. *Int. J. Morphol*, 42(5), 1355–1360. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022024000501355>
- Toscano Quispe, S. Y., Abad Basantes, C. A., Alvear Llor, J. G., & Sarango Romero, V. J. (2024). Diseño de Proyectos Educativos en Línea Basados en la Metodología PACIE: Un Enfoque Constructivista para el Aprendizaje Activo y Colaborativo. *Código Científico Revista de Investigación*, 5(E4), 529–545. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/ne4/508>