

Metodología para la Enseñanza-Aprendizaje de la Farmacología Multimodal Integrativa en la Atención a las arbovirosis coasistida por Inteligencia Artificial

Methodology for the Teaching-Learning of Integrative Multimodal Pharmacology in the Care of Arboviroses Co-Assisted by Artificial Intelligence

Metodologia para o Ensino-Aprendizagem da Farmacologia Multimodal Integrativa no Cuidado das Arboviroses Coassistida por Inteligência Artificial

¹Luis Aníbal Alonso Betancourt, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0989-746X>

²Edilio Silva Velasco*, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0989-746X>

³Carlos Augusto Moya Joniaux, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3515-6713>

¹Universidad de Holguín. Cuba

²Hospital Docente Vladimir Ilich Lenin de Holguín, Cuba

³Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador

*Autor para la correspondencia: ediliosv@infomed.sld.cu

Resumen

La enseñanza de la Farmacología en la carrera de Medicina pretende formar profesionales capaces de integrar los fundamentos moleculares y fisiológicos de los medicamentos con su aplicación racional, ética y humanista en el contexto clínico. Este reto se acentúa ante la complejidad de las arbovirosis, patologías, con un fuerte impacto epidemiológico en el Caribe y América Latina. Ante este escenario, se propone una metodología denominada Farmacología Multimodal Integrativa coasistida por Inteligencia Artificial (FMI-IA). Se realizó un estudio de revisión documental empleando los métodos de análisis, síntesis, inducción, deducción y sistémico usando además la herramienta GPT 5 según requisitos de ética profesional. Se concluye el estudio planteando que La metodología constituye una innovación pedagógica que transforma la enseñanza tradicional de la Farmacología en un proceso dinámico, reflexivo y ético, aplica la Rueda de la Pedagogía de Allan Carrington como marco estructurante para la integración de niveles cognitivos y modos de aprendizaje, introduce la inteligencia artificial como agente pedagógico coasistente, no sustituto del pensamiento humano y forma médicos capaces de pensar críticamente, decidir éticamente y actuar con sabiduría clínica ante las arbovirosis.

Palabras clave: Inteligencia artificial; Medicina; Farmacología; Competencia y Arbovirosis

Resumo

O ensino de Farmacologia nas faculdades de medicina visa formar profissionais capazes de integrar os fundamentos moleculares e fisiológicos dos medicamentos com sua aplicação racional, ética e humanística no contexto clínico. Esse

Abstract

The teaching of Pharmacology in medical school aims to train professionals capable of integrating the molecular and physiological foundations of medications with their rational, ethical, and humanistic application in the clinical context. This challenge is heightened by the complexity of arboviral diseases, pathologies with a significant epidemiological impact in the Caribbean and Latin America. In this context, a methodology called Integrative Multimodal Pharmacology co-assisted by Artificial Intelligence (IMP-AI) is proposed. A literature review was conducted using methods of analysis, synthesis, induction, deduction, and systems thinking, along with the GPT 5 tool, in accordance with professional ethics requirements. The study concludes by stating that the methodology constitutes a pedagogical innovation that transforms the traditional teaching of Pharmacology into a dynamic, reflective and ethical process, applies Allan Carrington's Wheel of Pedagogy as a structuring framework for the integration of cognitive levels and modes of learning, introduces artificial intelligence as a co-assisting pedagogical agent, not a substitute for human thought, and trains physicians capable of thinking critically, deciding ethically and acting with clinical wisdom in the face of arboviruses.

Keywords: Artificial intelligence; Medicine, Pharmacology, Competence, Arboviroses

desafío é ainda maior devido à complexidade das arboviroses, patologias com significativo impacto epidemiológico no Caribe e na América Latina. Nesse contexto, propõe-se uma metodologia denominada Farmacología Multimodal Integrativa com auxílio de Inteligência Artificial (IMP-IA). Foi realizada uma revisão da literatura utilizando métodos de análise, síntese, indução, dedução e pensamento sistêmico, juntamente com a ferramenta GPT-5, em conformidade com os requisitos da ética profissional. O estudo conclui afirmando que a metodologia constitui uma inovação pedagógica que transforma o ensino tradicional de Farmacología em um processo dinâmico, reflexivo e ético, aplica a Roda da Pedagogia de Allan Carrington como uma estrutura para a integração de níveis cognitivos e modos de aprendizagem, introduz a inteligência artificial como um agente pedagógico co-auxiliar, não um substituto para o pensamento humano, e forma médicos capazes de pensar criticamente, decidir eticamente e agir com sabedoria clínica diante de arbovírus.

Palavras-chave: Inteligência artificial, Medicina, Farmacología, Competência, Arboviroses

Introducción

Las arbovirosis —enfermedades transmitidas por artrópodos vectores como el *Aedes aegypti* o el *Culex*— constituyen un problema de salud pública prioritario en Cuba y la región del Caribe. Entre ellas destacan el Dengue, el Zika, la Chikungunya y la Fiebre por virus Oropouche, a las que se suma la COVID-19 como síndrome respiratorio viral con complejas interacciones ecológicas, sociales y sanitarias. En el contexto tropical cubano, la alta densidad vectorial, la variabilidad climática, la movilidad poblacional, el urbanismo no planificado y los cambios ecológicos favorecen la persistencia de ciclos endemoepidémicos.

El Sistema Nacional de Salud de Cuba, con su base en la Atención Primaria de Salud (APS), ubica al consultorio del médico y la enfermera de la familia como escenario privilegiado para la vigilancia epidemiológica, el diagnóstico precoz, la educación sanitaria y la investigación participativa comunitaria. En este escenario, las arbovirosis no son solo problemas clínicos, sino problemas sociales y ecológicos de salud, cuya solución requiere un enfoque integrador que articule la clínica, la epidemiología, la educación sanitaria, la ecología y la tecnología digital

La enseñanza de la Farmacología en la carrera de Medicina enfrenta hoy un doble desafío: formar profesionales capaces de integrar los fundamentos moleculares y fisiológicos de los medicamentos con su aplicación racional, ética y humanista en el contexto clínico. Este reto se acentúa ante la complejidad de las arbovirosis, enfermedades infecciosas transmitidas por artrópodos, especialmente por el mosquito *Aedes aegypti*, entre las que destacan el dengue, zika, chikungunya y fiebre amarilla. Estas patologías, con un fuerte impacto epidemiológico en el Caribe y América Latina, exigen del médico una sólida preparación farmacológica y clínica, capaz de conjugar el conocimiento biomédico con la comprensión del paciente, la comunidad y el entorno ambiental.

Ante este escenario, los autores proponen una metodología inédita denominada Farmacología Multimodal Integrativa Coasistida por Inteligencia Artificial (FMI-IA), inspirada en la Rueda de la Pedagogía de Allan Carrington, que amplía y contextualiza la taxonomía de Bloom mediante acciones cognitivas, creativas, comunicativas y metacognitivas vinculadas a tecnologías digitales emergentes.

Esta metodología se fundamenta en la idea de que aprender Farmacología implica conectar saberes (básicos, clínicos, naturales, tecnológicos y éticos) mediante modalidades de aprendizaje complementarias, y que la IA puede actuar como un “coasistente” pedagógico, potenciando la autonomía, el pensamiento crítico y la toma de decisiones clínicas responsables.

El propósito general de la metodología es transformar la enseñanza de la Farmacología aplicada a las arbovirosis en un proceso multimodal, integrador, investigativo y humanizado, donde el estudiante de Medicina se forme como médico racional, ético y tecnológicamente competente en la selección y uso de fármacos, integrando la farmacología convencional con las terapias naturales y los aportes de la biotecnología moderna, bajo la orientación de la IA como mediador cognitivo y reflexivo.

Material y métodos

Se realizó un estudio de revisión documental según Hernández, Fernández y Baptista (2014), empleando los siguientes métodos:

Análisis, síntesis e inducción – deducción para caracterizar en la literatura nacional y extranjera el enfoque de enseñanza – aprendizaje multimodal en el tratamiento a las arbovirosis

La revisión de documentos para valorar el estado de la literatura y asumir posiciones respecto al tema de la investigación

El sistémico para elaborar la metodología

Se empleó además la herramienta GPT 5 AI (2025) según requisitos de ética profesional

Resultados y discusión

La Rueda de la Pedagogía Carrington (2016) constituye una de las propuestas más influyentes para diseñar experiencias de aprendizaje coherentes con la era digital. Basada en la Taxonomía revisada de Bloom, esta herramienta integra niveles de pensamiento —recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear— con estrategias didácticas y tecnologías digitales que favorecen el desarrollo de competencias superiores.

La metodología FMI–IA asume como eje articulador la multimodalidad, entendida como la interacción dinámica de distintos modos de aprendizaje: académico (saber), laboral (hacer), investigativo (crear), digital (interactuar), emocional y espiritual (ser). Esta combinación posibilita que el estudiante aprenda desde la ciencia, la práctica, la creatividad y la ética, integrando las esferas cognitiva, afectiva y social del proceso formativo.

En este contexto, la inteligencia artificial se concibe no como sustituto del docente, sino como coasistente formativo, capaz de ofrecer diagnósticos de aprendizaje, generar simulaciones de casos clínicos, analizar interacciones farmacológicas, proponer esquemas terapéuticos y guiar la reflexión

ética del estudiante. El profesor, en cambio, se convierte en mediador crítico, que orienta el uso responsable de la IA y fomenta la autonomía del estudiante en la construcción del conocimiento.

Pedagógicamente, la metodología se sustenta en cuatro principios esenciales:

- Aprendizaje problémico multimodal y/o basado en proyectos, donde la asimilación del contenido conduce a la transformación del pensamiento profesional.
- Integración básico-clínica-contextual, articulando la farmacología molecular con la realidad epidemiológica y social.
- Multimodalidad cognitiva y emocional, que equilibra el conocimiento científico con la empatía y la ética médica.
- Coasistencia inteligente, que aprovecha las potencialidades de la IA para el análisis, la creatividad y la retroalimentación formativa.

Este marco teórico se alinea con las investigaciones realizadas por: Alonso, Cruz y Olaya (2020); Abid, et.al. (2024); Gordon et.al. (2024); Hedderich et.al. (2021); Salas et.al. (2022); Hernández (2025); Jackson et.al. (2024); Sarkar et, al. (2024); Ramírez; et.al. (2025), así como Torres, Medina y González (2025).

La farmacología aplicada a las arbovirosis ha evolucionado desde una visión centrada en la farmacoterapia sintomática hacia una perspectiva integradora que considera las bases fisiopatológicas, inmunológicas, genéticas y psicosociales de la enfermedad. Las arbovirosis —entre ellas el dengue, zika, chikungunya y fiebre amarilla— representan un desafío para la práctica médica contemporánea por su carácter epidémico, su relación con la salud ambiental y la carencia de antivirales específicos plenamente eficaces.

Desde el punto de vista farmacológico, el tratamiento de estas enfermedades se basa en principios de soporte clínico, control de la respuesta inflamatoria y prevención de complicaciones. Sin embargo, la integración de conocimientos sobre fitofármacos, bioproductos, nanotecnología farmacéutica y terapias inmunomoduladoras permite concebir una enseñanza farmacológica más amplia, donde el estudiante de Medicina no solo aprenda qué fármaco indicar, sino cómo fundamentar su elección, cómo valorar su interacción con otros medicamentos y cómo evaluar sus riesgos y beneficios en el contexto del paciente concreto.

La metodología FMI-IA asume que enseñar farmacología en el siglo XXI exige trascender la lógica de la prescripción y avanzar hacia la formación del juicio farmacoterapéutico responsable, donde la IA actúa como mediador para comparar opciones terapéuticas, analizar evidencias clínicas, detectar

posibles reacciones adversas e incluso sugerir ensayos de simulación de interacciones medicamentosas.

Desde el plano bioético, la farmacología multimodal integrativa promueve tres principios rectores:

1. Beneficencia racional, que obliga a fundamentar científicamente toda decisión farmacológica, evitando el empirismo y la automedicación.
2. No maleficencia digital, que incluye la evaluación crítica del uso de IA y la verificación de fuentes científicas antes de aceptar cualquier recomendación generada por sistemas inteligentes.
3. Autonomía reflexiva del estudiante-médico, quien aprende a deliberar, cuestionar y decidir sobre el tratamiento más adecuado sin sustituir el razonamiento clínico humano por la dependencia tecnológica.

El futuro de la farmacología médica -especialmente en la atención a enfermedades virales tropicales- está marcado por la convergencia entre ciencia, tecnología y ética, dimensiones que esta metodología integra en una propuesta formativa coherente con el modelo de médico general integral, orientado a la atención primaria, la investigación y la innovación responsable.

Definición de la Metodología Farmacológica Multimodal Integrativa (FMI-IA)

La Farmacología Multimodal Integrativa Coasistida por Inteligencia Artificial (FMI-IA) se define como un proceso didáctico interdisciplinario y contextualizado, diseñado para formar competencias farmacoterapéuticas multimodales mediante la integración de saberes biomédicos, clínicos, naturales, tecnológicos y éticos, apoyado en la interacción cooperativa entre el profesor, el estudiante y la inteligencia artificial en modalidad híbrida, flexible y contextualizada.

Esta metodología asume que el aprendizaje farmacológico no se reduce al conocimiento de principios activos o mecanismos de acción, sino que implica una comprensión holística de los sistemas biológicos, las condiciones del paciente, el contexto epidemiológico y los valores.

El proceso metodológico integra fases cíclicas de diagnóstico, planificación, ejecución, reflexión y evaluación, todas mediadas por la coasistencia de la IA como soporte cognitivo y comunicacional.

El objetivo esencial de la FMI-IA es formar en el estudiante la metacompetencia de “Toma de Decisiones Farmacológicas Integrativas Coasistida por Inteligencia Artificial”, que implica la capacidad de razonar terapéuticamente, integrar evidencias científicas, valorar riesgos-beneficios y aplicar el tratamiento más adecuado desde una visión clínica, natural, biotecnológica y ética.

La metodología Farmacología Multimodal Integrativa Coasistida por Inteligencia Artificial (FMI-IA) se estructura en cinco fases dinámicas e interdependientes: diagnóstico, planificación, ejecución, reflexión y evaluación. Cada fase integra los principios de la Rueda de la Pedagogía de Allan

Carrington, que vincula los niveles cognitivos de la Taxonomía de Bloom con acciones mediadas por tecnologías emergentes, y combina los modos académico, laboral, investigativo, digital, emocional y espiritual del aprendizaje. En esta concepción, el proceso de enseñanza-aprendizaje se asume como una espiral ascendente de integración cognitiva, donde el estudiante avanza desde la comprensión teórica del fármaco hasta la creación de estrategias terapéuticas personalizadas, con el apoyo de la inteligencia artificial como agente coasistente.

Fase 1. Diagnóstico del estado inicial del aprendizaje farmacológico

Objetivo: Identificar el nivel de conocimientos, habilidades y actitudes del estudiante respecto al uso racional de fármacos en las arbovirosis, así como su familiaridad con herramientas de IA.

El diagnóstico se realiza en dos planos complementarios: académico-profesional y tecnológico-emocional. El primero evalúa la comprensión del estudiante sobre farmacocinética, farmacodinamia y farmacoterapia; el segundo explora su disposición al aprendizaje con IA, su ética digital y su capacidad de autorregulación.

El profesor utiliza una combinación de técnicas tradicionales (encuestas, entrevistas, revisión de guías clínicas) y herramientas digitales (formularios interactivos, análisis de texto generado por IA, diagnósticos cognitivos automatizados).

El rol de la IA en esta fase es actuar como diagnosticador cognitivo y conceptual, permitiendo detectar patrones de respuesta, errores comunes y lagunas de comprensión.

Ejemplo de PROMPT diagnóstico:

- Actúa como profesor de Farmacología. Evalúa los conocimientos de un estudiante sobre el tratamiento farmacológico del dengue. Formula tres preguntas de opción múltiple y dos preguntas abiertas que midan su comprensión de los mecanismos de acción de los antipiréticos y los riesgos del uso de AINEs. Luego genera una retroalimentación personalizada según las respuestas.

La IA devuelve un perfil de desempeño que el profesor utiliza para diseñar estrategias diferenciadas. De este modo, la fase diagnóstica personaliza la enseñanza y optimiza el punto de partida del aprendizaje multimodal.

Fase 2. Planificación didáctica multimodal

Objetivo: Diseñar el sistema de actividades integradoras que orientan el aprendizaje de la farmacología de las arbovirosis desde la multimodalidad, articulando docencia, investigación y práctica clínica.

En esta fase, el profesor y la IA trabajan como co-planificadores del proceso formativo. El docente define los objetivos, los contenidos esenciales y las competencias a desarrollar; la IA apoya en la organización lógica, la búsqueda de recursos y la generación de escenarios simulados.

La planificación se basa en macroactividades integradoras, cada una con objetivos cognitivos, habilidades clínicas y valores éticos. Por ejemplo:

- Análisis comparado de terapias farmacológicas convencionales y naturales en el dengue.
- Simulación IA de la toma de decisiones farmacológicas en embarazadas con zika.
- Diseño de un protocolo multimodal de rehabilitación farmacoterapéutica para chikungunya.

Cada actividad debe contener: 1. Un problema clínico real o simulado. 2. Un reto cognitivo o experimental. 3. Un componente de IA coasistente. 4. Una dimensión ética o emocional.

Ejemplo de MEGAPROMPT para planificación:

- Diseña un caso clínico para estudiantes de Medicina sobre una paciente con dengue moderado. El caso debe incluir síntomas, resultados de laboratorio, opciones terapéuticas posibles (farmacológicas y naturales), un dilema ético sobre automedicación, y preguntas para discusión. Sugiere también cómo la IA puede ayudar al estudiante a decidir el tratamiento más seguro.

La IA genera un caso estructurado con parámetros clínicos, guías de razonamiento y posibilidades de debate. El profesor revisa, ajusta y contextualiza el caso al entorno local (Holguín, Cuba), asegurando pertinencia epidemiológica y cultural.

De este modo, la planificación se convierte en un proceso dialógico entre docente y tecnología, donde la IA amplía la creatividad y la precisión del diseño didáctico.

Fase 3. Ejecución del proceso formativo

Objetivo: Desarrollar las actividades multimodales que permitan al estudiante integrar conocimientos, habilidades y valores en la aplicación farmacológica de las arbovirosis.

Esta fase representa el núcleo vivencial de la metodología, donde se concreta la interacción triádica entre profesor, estudiante e inteligencia artificial.

El aprendizaje se desarrolla en entornos híbridos (aula, laboratorio, entorno clínico y plataforma digital), combinando trabajo individual, colaborativo y asistido.

Las actividades principales se agrupan en tres momentos complementarios:

1. Aprendizaje basado en problemas (ABP) coasistido por IA

El estudiante enfrenta un caso clínico multimodal, diseñado para integrar farmacología básica, clínica y natural. Por ejemplo, se presenta un paciente con fiebre alta y signos de dengue, y el grupo debe seleccionar el tratamiento óptimo, justificando su elección.

Mediante ChatGPT, Grok o Perplexity, los estudiantes consultan interacciones farmacológicas, comparan guías internacionales y discuten opciones éticas.

La IA proporciona respuestas razonadas, pero el profesor guía la validación científica y promueve la crítica al sesgo algorítmico, desarrollando el pensamiento médico independiente.

Ejemplo de PROMPT de aplicación:

- Compara los mecanismos de acción y riesgos del paracetamol y el ibuprofeno en un paciente con dengue hemorrágico. Explica por qué uno es preferible al otro y qué consecuencias tendría un uso incorrecto. Cita fuentes científicas actualizadas.

El estudiante reflexiona, la IA responde y el profesor media. Se crea así un proceso dialógico y reflexivo, donde la tecnología amplifica el razonamiento, pero la decisión clínica sigue siendo humana.

2. Simulaciones clínicas IA-asistidas

Se utilizan entornos de simulación digital donde el estudiante interactúa con modelos virtuales de pacientes. La IA adapta el escenario según las decisiones tomadas: dosis, interacciones, tiempos de respuesta o reacciones adversas.

Por ejemplo, el estudiante puede introducir un esquema terapéutico para chikungunya (paracetamol, extracto de cúrcuma y fisioterapia), y la IA simula el progreso del paciente en tres días, mostrando signos de mejora o empeoramiento.

Esto permite desarrollar habilidades de análisis farmacocinético y farmacodinámico dinámico, mientras se refuerzan valores de prudencia, empatía y ética médica.

Ejemplo de MEGAPROMPT para simulación:

- Simula la evolución clínica de un paciente de 35 años con chikungunya tratado con paracetamol y fitofármacos con acción antiinflamatoria. Indica qué parámetros clínicos deben vigilarse, cómo prevenir efectos adversos y qué indicadores reflejarían mejoría.

3. Creación de productos científicos y educativos con IA

El estudiante, como investigador en formación, utiliza la IA para crear conocimiento: elaborar revisiones bibliográficas, mapas conceptuales, infografías, modelos de decisión o microproyectos de innovación.

La Rueda de Carrington se aplica aquí en su nivel superior: crear.

Por ejemplo, el estudiante diseña un “Mapa Multimodal del tratamiento farmacológico del zika”, integrando compuestos naturales, antivirales experimentales y vacunas biotecnológicas.

Usa Canva, Claude, ChatGPT, Grok o Copilot para el diseño visual, Perplexity para la búsqueda de literatura y ChatGPT para redactar el análisis crítico.

El resultado no es solo un producto digital, sino una representación cognitiva de su comprensión farmacológica profunda.

Ejemplo de ULTRAPROMPT creativo:

- Diseña un modelo visual que muestre cómo interactúan los fármacos convencionales, los fitofármacos y los biotecnológicos en el manejo del zika. Incluye aspectos de farmacodinamia, seguridad en el embarazo y rol de la inteligencia artificial en la selección terapéutica. Redacta una explicación integradora con base científica y lenguaje accesible.

Fase 4. Reflexión y metacognición

Objetivo: Favorecer la autorregulación del aprendizaje, la toma de conciencia sobre los procesos mentales implicados y la internalización de valores ético-profesionales.

En la enseñanza tradicional, la reflexión suele limitarse a una revisión superficial de resultados. En la FMI-IA, esta fase adquiere una dimensión más profunda, pues la IA se convierte en un espejo cognitivo que ayuda al estudiante a analizar su propio razonamiento.

El estudiante puede solicitar a la IA que analice sus respuestas previas, detecte inconsistencias o proponga mejoras. Por ejemplo:

PROMPT de metacognición:

- Analiza mis respuestas sobre el manejo farmacológico del dengue. Indica en qué razonamientos mostré solidez y en cuáles cometí errores conceptuales. Sugiere estrategias para mejorar mi razonamiento clínico y ético.

La IA responde con retroalimentación específica, indicando lagunas y recomendaciones. El profesor complementa esta información con observaciones humanas, integrando autoanálisis, reflexión guiada y tutoría digital.

En esta fase también se promueve la reflexión ética:

El estudiante debate sobre dilemas reales (uso de fármacos experimentales, conflicto entre evidencia y recursos, sesgos de IA en diagnóstico).

La IA actúa como moderador neutral, proponiendo argumentos opuestos y promoviendo el pensamiento crítico.

El resultado es un aprendizaje consciente, donde el estudiante no solo sabe qué hacer, sino por qué y para qué lo hace.

Fase 5. Evaluación multimodal del aprendizaje farmacológico

Objetivo: Valorar el desarrollo integral de conocimientos, habilidades, actitudes y valores en el estudiante, en correspondencia con los principios del aprendizaje multimodal e integrativo.

La evaluación en la metodología FMI-IA se concibe como un proceso continuo, formativo y reflexivo, que valora tanto los resultados como los procesos.

Se evalúan cinco dimensiones interrelacionadas: Cognitiva: dominio conceptual de farmacología y arbovirosis. Procedimental: aplicación racional en casos clínicos reales o simulados. Investigativa: capacidad para formular hipótesis, buscar evidencias y crear modelos terapéuticos. Digital: uso ético y creativo de herramientas de IA. Axiológica: responsabilidad, prudencia y empatía en la práctica médica. Cada dimensión se valora mediante rúbricas cualitativas y evidencias digitales (ensayos, mapas conceptuales, simulaciones, proyectos integradores).

Ejemplo de ULTRAPROMPT evaluativo:

- Evalúa el desempeño de un estudiante en un caso clínico de zika. Analiza su capacidad para integrar farmacología convencional y natural, su uso responsable de IA, su fundamentación ética y su creatividad en el diseño terapéutico. Proporciona una valoración descriptiva en formato de retroalimentación formativa.

La IA genera una retroalimentación argumentada, que se comparte con el profesor y el estudiante para realizar ajustes individuales. La evaluación se convierte así en un acto de acompañamiento pedagógico inteligente, donde la tecnología no califica, sino que dialoga con el aprendizaje humano.

VII. Integración de las fases en la Rueda de la Pedagogía

Cada fase de la metodología se alinea con los niveles de la Rueda de Carrington (Tabla 1):

Tabla 1. Rueda de Carrington

Fase	Nivel cognitivo predominante	Acción formativa
Diagnóstico	Recordar – Comprender	Activar saberes previos, detectar vacíos conceptuales.
Planificación	Aplicar – Analizar	Diseñar actividades integradoras con IA.
Ejecución	Aplicar – Crear	Resolver problemas clínicos multimodales.
Reflexión	Evaluar – Crear	Metacognición y pensamiento ético.
Evaluación	Analizar – Evaluar – Crear	Retroalimentar y proyectar nuevas metas.

Este alineamiento garantiza que el estudiante transite de la memorización a la creación, logrando un pensamiento farmacológico superior, donde la IA se convierte en una herramienta para aprender a pensar como médico.

Impacto formativo de las fases

La articulación de las fases permite que la metodología FMI–IA alcance impactos profundos en tres dimensiones del aprendizaje:

- **Cognitiva-integrativa:** El estudiante internaliza relaciones entre farmacología, fisiología, inmunología, biotecnología y terapias naturales, comprendiendo la totalidad del fenómeno terapéutico.
- **Tecnológica-reflexiva:** Aprende a dialogar con la IA desde una postura crítica, verificando la veracidad de la información y evitando la dependencia tecnológica.
- **Ético-humanista:** Desarrolla sensibilidad hacia el paciente, responsabilidad ante la sociedad y prudencia en el uso de fármacos y tecnología.

Cada fase prepara la siguiente, conformando una espiral formativa ascendente, en la cual el estudiante pasa de aprendiz pasivo a médico pensador, creador e investigador

Ejemplo de un Seminario en la asignatura Farmacología en Medicina

Tema: Tratamiento farmacológico multimodal de las arbovirosis asistido por inteligencia artificial

Asignatura: Farmacología

Carrera: Medicina (Plan E, Cuba)

Duración: 90 minutos (presencial + virtual)

Modalidad: Híbrida (aula + plataforma digital)

Método: Problémico multimodal asistido por IA

Tipo de clase: Seminario integrador con trabajo en paneles y estudio independiente asincrónico

1. Competencia profesional integradora

Competencia: Integra el conocimiento científico, clínico, natural, tecnológico y ético para la toma de decisiones farmacológicas multimodales en el tratamiento de las arbovirosis, aplicando el razonamiento crítico, el trabajo colaborativo y el uso responsable de la inteligencia artificial en entornos presenciales y virtuales.

Componentes:

Saber: Comprende los mecanismos de acción, indicaciones, interacciones y riesgos de los fármacos convencionales, naturales y biotecnológicos empleados en el manejo de dengue, zika y chikungunya.

Hacer: Aplica criterios clínicos y farmacológicos para diseñar esquemas terapéuticos racionales y seguros, asistido por herramientas de IA y simulaciones digitales.

Ser: Actúa con ética, responsabilidad profesional y sensibilidad humana ante el sufrimiento del paciente y los desafíos del tratamiento en condiciones epidemiológicas reales.

Estar: Participa activamente en equipos de trabajo interdisciplinarios, adaptándose a contextos híbridos y respetando la diversidad de opiniones científicas.

Convivir: Coopera con sus compañeros en la construcción colectiva del conocimiento y promueve una comunicación empática y científica mediada por tecnologías de IA.

2. Objetivo del seminario

Objetivo general: Elaborar estrategias farmacológicas multimodales integrativas para el tratamiento de las arbovirosis, utilizando la inteligencia artificial como herramienta de apoyo cognitivo, clínico y creativo con enfoque One Health y valores ético - humanistas.

3. Situación problémica inicial

Situación de aprendizaje:

En el Hospital Clínico Docente “Lucía Ñíguez Landín” y Hospital Lenin de Holguín se ha reportado un aumento de casos de arbovirosis combinadas (dengue y chikungunya). Los pacientes presentan fiebre alta, dolor articular intenso y signos leves de deshidratación.

Algunos tratamientos farmacológicos aplicados no han mostrado la eficacia esperada, y se ha observado uso indebido de antiinflamatorios.

Problema profesional: ¿Cómo diseñar un tratamiento farmacológico multimodal seguro y eficaz para pacientes con arbovirosis, integrando terapias convencionales, naturales y biotecnológicas con apoyo de inteligencia artificial?

4. Estructura del seminario

Etapas 1. Introducción motivacional (15 minutos)

Propósito: Activar conocimientos previos y motivar el pensamiento crítico.

Desarrollo:

1. El profesor proyecta una breve historia clínica digital con imágenes generadas por IA:

“Paciente masculino de 32 años con diagnóstico confirmado de dengue y chikungunya. Refiere fiebre persistente, artralgia intensa y fatiga. El tratamiento inicial con paracetamol no mejoró el cuadro.”

2. Se plantea la pregunta generadora:

> “¿Qué errores terapéuticos podrían estar ocurriendo y cómo la IA puede ayudarnos a rediseñar el tratamiento?”

3. Los estudiantes comparten ideas espontáneamente.

4. El profesor introduce el concepto de Farmacología Multimodal Integrativa (FMI), explicando que implica la articulación de fármacos convencionales, fitofármacos y biotecnológicos en función del paciente.

Actividad con IA según dispositivos móviles de los estudiantes (grupal, breve):

Los estudiantes utilizan sus móviles para hacer la siguiente consulta en ChatGPT, Grok, Geminis, o Copilot IA en tiempo sincrónico o asincrónico (según corriente y conectividad):

- PROMPT: Resume en tres párrafos los principales medicamentos utilizados para tratar el dengue y el chikungunya, indicando sus mecanismos de acción, precauciones y alternativas naturales con evidencia científica.

El grupo analiza las respuestas y el profesor guía una reflexión sobre la confiabilidad y actualización de la información obtenida.

Etapa 2. Desarrollo del seminario por paneles (60 minutos)

El grupo se divide en tres paneles temáticos, cada uno con un líder, un moderador y un relator.

El trabajo se realiza con técnicas creativas de grupo (tormenta de ideas, debate dirigido, roles rotativos y mapa conceptual digital).

Panel 1: “Fármacos convencionales y decisiones racionales”

Analiza el uso de paracetamol, metamizol, sales de rehidratación oral y el riesgo de AINEs.

Evalúa la evidencia científica mediante IA (Perplexity o DeepSeek) y genera un mapa de seguridad terapéutica en Canva.

Discute los errores frecuentes en el manejo clínico del dengue y chikungunya.

Técnica creativa: “Semáforo terapéutico”

Cada grupo clasifica los fármacos en verde (seguros), amarillo (uso condicionado) y rojo (contraindicados), justificando las decisiones.

PROMPT guía:

- Clasifica los fármacos usados en el dengue según su seguridad y mecanismo de acción. Indica qué errores clínicos deben evitarse. Explica la base farmacológica de cada decisión.

Panel 2: “Fitoterapia e integración natural-biotecnológica”

Analiza extractos naturales (Carica papaya, cúrcuma, moringa) y bioproductos cubanos en investigación.

Discute la evidencia de su acción inmunomoduladora y antiinflamatoria.

Diseña un esquema multimodal complementario.

Metodología para la Enseñanza-Aprendizaje de la Farmacología Multimodal Integrativa en la Atención a las arbovirosis coasistida por Inteligencia Artificial/Methodology for the Teaching-Learning of Integrative Multimodal Pharmacology in the Care of Arboviroses Co-Assisted by Artificial Intelligence/Metodologia para o Ensino-Aprendizagem da Farmacologia Multimodal Integrativa no Cuidado das Arboviroses Coassistida por Inteligência Artificial

Técnica creativa: “Rueda de Saberes Naturales”

Cada integrante presenta una planta medicinal con su evidencia farmacológica, luego la IA (ChatGPT) resume en un cuadro comparativo narrado oralmente.

MEGAPROMPT aplicado:

- Compara los efectos farmacológicos de los extractos de Carica papaya, cúrcuma y moringa en pacientes con arbovirosis. Explica su mecanismo molecular y cómo podrían integrarse con fármacos convencionales sin causar interacciones.

Panel 3: “Decisiones clínicas y dilemas éticos coasistidos por IA”

Presenta dilemas reales: automedicación, uso de IA sin verificación, presión familiar por remedios naturales, información contradictoria en redes.

Simula un comité clínico que decide el tratamiento más ético y seguro.

Técnica creativa: “Juicio clínico simulado”

Cada subgrupo representa un rol (médico, paciente, bioeticista, IA asesor).

El “bioeticista” modera con ayuda de un megaprompt de IA.

MEGAPROMPT para simulación ética:

- Simula un debate entre un médico y una IA sobre la recomendación de un fitofármaco no aprobado oficialmente para el dengue. Evalúa los argumentos de seguridad, eficacia y ética médica, indicando la decisión más responsable.

Los paneles exponen sus conclusiones breves (5 minutos cada uno).

El profesor promueve la síntesis integradora:

> “¿Qué combinación terapéutica refleja mejor el principio de integración racional y ética médica?”

Etapa 3. Conclusiones colectivas (15 minutos)

El profesor y los relatores de cada panel resumen las ideas principales en un diagrama multimodal integrador (puede hacerse en Canva o pizarra digital).

Se destacan los siguientes aprendizajes:

- La farmacología multimodal no es una mezcla indiscriminada de fármacos, sino una integración racional guiada por evidencia.
- La IA es una herramienta de apoyo, no de sustitución del juicio clínico.
- El pensamiento ético y la prudencia médica son esenciales para proteger la vida.
- La colaboración interdisciplinaria fortalece la seguridad y efectividad terapéutica.

Cierre reflexivo con IA: El profesor pide a los estudiantes introducir el siguiente prompt final en ChatGPT, Grok, DeepSeek, Geminis:

- Redacta una reflexión personal de 100 palabras sobre cómo la inteligencia artificial puede ayudar a mejorar el tratamiento de las arbovirosis sin reemplazar la responsabilidad ética del médico.

Los estudiantes leen algunas reflexiones; el profesor comenta y cierra la sesión con una frase inspiradora:

> “El medicamento cura el cuerpo, pero la reflexión crítica cura la práctica médica.”

Tarea docente para el estudio independiente (trabajo asincrónico con IA)

Título: “Diseño racional de un esquema farmacológico multimodal asistido por IA para un paciente con arbovirosis”

Indicaciones:

1. El estudiante seleccionará un caso clínico real o hipotético de paciente con arbovirosis.
2. Con apoyo de ChatGPT, Grok, Perplexity o Copilot, elaborará un esquema terapéutico integrando:
Fármacos convencionales (antipiréticos, fluidoterapia).
Fitofármacos o productos naturales con evidencia.
Posibles alternativas biotecnológicas o inmunomoduladoras.
3. Justificará las decisiones terapéuticas en términos de mecanismo de acción, interacción, riesgo-beneficio y ética clínica.
4. Presentará el trabajo en formato digital (Word o presentación multimedia), citando las fuentes sugeridas por la IA y verificadas por el estudiante.

Ultraprompt sugerido para la tarea:

- Actúa como tutor clínico. Ayúdame a diseñar un plan farmacológico multimodal seguro para un paciente con dengue y fiebre de 39°C. Integra fármacos convencionales, fitofármacos cubanos con evidencia y medidas inmunológicas. Explica la base farmacológica, posibles interacciones y las precauciones éticas en la aplicación del tratamiento.

Evaluación (rúbrica simplificada):

- Coherencia científica (30%).
- Originalidad y argumentación racional (25%).
- Integración de fuentes IA verificadas (20%).
- Reflexión ética (15%).

- Presentación digital y lenguaje profesional (10%).

Conclusión general del seminario

El seminario logra transformar el espacio de clase en un laboratorio de pensamiento clínico, ético y digital, donde los estudiantes aprenden a:

Integrar el conocimiento farmacológico con las tecnologías emergentes.

Analizar críticamente la información generada por IA.

Asumir el tratamiento de las arbovirosis como una práctica humanista, racional y científica.

En este proceso, el método problémico multimodal permite que cada estudiante viva la experiencia de ser médico pensador y creador, construyendo competencias profesionales para la medicina contemporánea.

Conclusiones

La metodología Farmacología Multimodal Integrativa Coasistida por Inteligencia Artificial (FMI-IA) constituye una innovación pedagógica que:

Transforma la enseñanza tradicional de la Farmacología en un proceso dinámico, reflexivo y ético.

Aplica la Rueda de la Pedagogía de Allan Carrington como marco estructurante para la integración de niveles cognitivos y modos de aprendizaje.

Introduce la inteligencia artificial como agente pedagógico coasistente, no sustituto del pensamiento humano.

Promueve una visión holística del tratamiento farmacológico, que une ciencia, naturaleza, biotecnología y valores profesionales.

Forma médicos capaces de pensar críticamente, decidir éticamente y actuar con sabiduría clínica ante las arbovirosis y otros desafíos de la salud pública contemporánea.

Referencias

Abid, A., Patel, M., Singh, R., & Rahman, F. (2024). AI education for fourth-year medical students: An elective course evaluation. *JMIR Medical Education*, *10*, e46500.

<https://www.doi.org/10.2196/46500>

Alonso, L. A., Cruz, M. A., y Olaya, J. J. (2020). Dimensiones del proceso de enseñanza – aprendizaje para la formación profesional. *Luz*, *19*(2), 17-29.

<https://luz.uho.edu.cu/index.php/luz/article/view/1032>

Carrington, A. (2016). Rueda de la Pedagogía: No se trata de las aplicaciones. Sino de la Pedagogía. *Education, Technology Solutions*.

<http://educationtechnologysolutions.com/2016/06/pedagogy-whel/>

Gordon, M., Daniel, M., Ajiboye, A., Uraiby, H., Xu, N. Y., & Bartlett, R. (2024). A scoping review of artificial intelligence in medical education: *BEME guide no. 84. Medical Teacher*, 46(4), 385–398. <https://www.doi.org/10.1080/0142159X.2024.2314198>

Hedderich, D. M., Keicher, M., Wiestler, B., Gruber, M. J., Burwinkel, H., Hinterwimmer, F., Czempiel, T., Spiro, J. E., Pinto dos Santos, D., & Heim, D. (2021). AI for doctors: A course to educate medical professionals in artificial intelligence for medical imaging. *Healthcare*, 9(10), 1278. <https://www.doi.org/10.3390/healthcare9101278>

Hernández R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014): *Metodología de la investigación*. (5ta Ed.) Edamsa Impresiones S.A. de C.V.: http://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

Hernández, E. H., Jiménez, D., Chavarro-Aguilar, L. A., Pérez-Flórez, J. M., Romero-Tapia, Á. E., & Jaimes-Peñuela, C. L. (2025). Mapping the use of artificial intelligence in medical education: A scoping review. *BMC Medical Education*, (25), 526. <https://www.doi.org/10.1186/s12909-025-07089-8>

Jackson, P., Sukumaran, G. P., Babu, C., Tony, M. C., Jack, D. S., Reshma, V. R., Davis, D., Kurian, N., & John, A. (2024). Artificial intelligence in medical education – Perception among medical students. *BMC Medical Education*, (24), 804. <https://www.doi.org/10.1186/s12909-024-05760-0>

OpenAI. (2025). *Modelo de IA GPT 5 Profesional*. [software]. <https://chat.openai.com>

Ramírez, C. D., Alvarenga-Somoza, G., Olivares-Guzmán, N. E., Cárcamo-Trinidad, M. M., & Salamanca-Reyes, A. G. (2025). Avances en el uso de inteligencia artificial en la educación médica latinoamericana. *Alerta, Revista Científica del Instituto Nacional de Salud*, 8(1), 88–95. <https://www.doi.org/10.5377/alerta.v8i1.19194>

Salas, S. Z., Luján, J., Corrales, N., & Pérez, R. (2022). Artificial intelligence applications in Latin American higher education: A review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19. <https://www.doi.org/10.1186/s41239-022-00326-w>

Sarkar, M., Găman, M.-A., Puyana, J. C., & Bonilla-Escobar, F. J. (2024). Artificial intelligence in medicine and medical education: A narrative review. *International Journal of Medical Students*, 12(1), 55–63. <https://www.doi.org/10.5195/ijms.2024.2626>

Metodología para la Enseñanza-Aprendizaje de la Farmacología Multimodal Integrativa en la Atención a las arbovirosis coasistida por Inteligencia Artificial/Methodology for the Teaching-Learning of Integrative Multimodal Pharmacology in the Care of Arboviroses Co-Assisted by Artificial Intelligence/Metodologia para o Ensino-Aprendizagem da Farmacologia Multimodal Integrativa no Cuidado das Arboviroses Coassistida por Inteligência Artificial

Torres, C., Medina, M., & González-Ramos, L. (2025). Inteligencia artificial en la formación médica: Riesgos y desafíos en estudiantes de medicina en Latinoamérica. *Pediatría (Asunción)*, 52(1), 5–6. <https://www.doi.org/10.31698/ped.52032025002>

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Contribuciones de los autores:

Luis Aníbal Alonso Betancourt: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración del proyecto, Supervisión, Validación, Visualización.

Edilio Silva Velasco: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Metodología, Validación, Visualización.

Carlos Augusto Moya Joniaux: Análisis formal, Investigación, Validación, Visualización, Redacción.