

La enseñanza del examen neurológico: estrategias y revisión crítica

Raymundo Solís-Gómez^{a,†,*}, Angel Escamilla-Ramírez^{b,§},
Fabiola Serrano Arias^{c,¶}, Eduardo Argüelles-González^{c,¶}

Facultad de Medicina



Resumen

Introducción: El examen neurológico (EN) es crucial en la formación de residencias médicas en neurología y neurocirugía, dado que es parte ineludible en el quehacer profesional de los futuros especialistas. Su enseñanza enfrenta los obstáculos propios de las metodologías tradicionales y enfoques monoestratégicos, los cuales son insuficientes para lograr un aprendizaje profundo a la altura de la complejidad y múltiples matices de las competencias necesarias.

Objetivo: Analizar las principales estrategias utilizadas en la enseñanza del EN y proponer un sistema eficiente basado en evidencia científica.

Método: Se llevó a cabo una revisión estructurada de las estrategias tradicionales y no convencionales en la enseñanza-aprendizaje del EN. Estos hallazgos se com-

pararon con las competencias aceptadas actualmente para el EN y se propuso una metodología basada en los resultados. Para ello, se usaron términos MeSH y palabras clave como “neurological examination”, “neurological semiology”, “neurologic exam” AND “residents” AND “neurology”.

Resultados: Las estrategias tradicionales incluyen clases magistrales, a menudo complementadas con análisis de casos clínicos y resolución de problemas. Las estrategias innovadoras aplicadas en la enseñanza del EN, reportadas en la literatura, son utilizadas de forma alternativa al uso de las clases o con un enfoque multiestratégico en conjunto con clases. Estas abarcan el aprendizaje basado en problemas con realidad virtual, tutoría y tutoría entre pares de residentes, simulación y ludificación. Las estrategias deben individualizarse y contextualizarse

^a Programa de Maestría en Ciencias de la Salud, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Escuela Superior de Medicina, Instituto Politécnico Nacional, Cd. Mx., México.

^b Institut Neurologie, Hôpitaux Universitaires La Pitié salpêtrière, Charles Foix, Neuro-oncologie, Fellowship en neuro-oncologie, París, Francia.

^c Dirección de Enseñanza, Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez, Cd. Mx., México.
ORCID ID:

[†] <https://orcid.org/0000-0003-4185-8655>

[§] <https://orcid.org/0000-0002-7240-3437>

[¶] <https://orcid.org/0000-0002-0350-3477>

[¶] <https://orcid.org/0000-0001-6197-6486>

Recibido: 27-agosto-2024. Aceptado: 2-enero-2025.

* Autor para correspondencia: Raymundo Solís Gómez.

Correo electrónico: rsgomez@innn.edu.mx

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

dependiendo del dominio del EN que se desee instruir.

Conclusión: Existen diversas estrategias de enseñanza-aprendizaje para la EN, no obstante, se aprecia una considerable ausencia de estudios sistematizados para medir la efectividad comparada. Un buen diseño curricular para la enseñanza del EN presenta diversificación de sus estrategias y toma en cuenta las particularidades de cada dominio dentro del EN. Resulta apremiante la generación de evidencia para jerarquizar la eficiencia de cada una de las estrategias disponibles para este fin.

Palabras clave: Examen neurológico; educación médica; competencia clínica; enseñanza, aprendizaje.

Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

The teaching of neurologic examination: strategies and critical review

Abstract

Introduction: The neurological examination (NE) is a cornerstone in the training of medical residents in neurology and neurosurgery, as it is an essential component of the professional practice for future specialists. However, the teaching of NE faces challenges due to traditional methodologies and single-strategy approaches, which are often insufficient to achieve the deep learning required to master the complex and nuanced competencies involved.

Objective: To analyze the main strategies used in the teaching of NE and to propose an efficient, evidence-based system.

Method: A structured review of both traditional and unconventional strategies in NE teaching and learning was conducted. These findings were compared with currently accepted competencies for NE, and a methodology was proposed based on the results. MeSH terms and keywords such as “neurological examination”, “neurological semiology”, “neurologic exam”, “residents”, and “neurology” were used.

Results: Traditional strategies primarily include lectures, often supplemented by clinical case analysis and problem-solving exercises. Innovative strategies applied in NE teaching, as reported in the literature, serve as alternatives to lectures or are part of a multi-strategic approach combined with lectures. These include problem-based learning with virtual reality, tutoring and peer tutoring among residents, simulation, and gamification. Strategies must be individualized and contextualized depending on the specific domain of NE being taught.

Conclusion: Various teaching and learning strategies are available for NE; however, there is a significant lack of systematized studies measuring their comparative effectiveness. An effective curriculum design for NE should incorporate a diversification of strategies and consider the specific requirements of each domain within the NE. It is imperative to generate evidence that prioritizes the efficiency of each available strategy for this purpose.

Keywords: Neurologic examination; medical education; clinical competence; teaching; learning.

This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

INTRODUCCIÓN

La enseñanza del examen neurológico (EN) en la residencia de neurología es un componente esencial en la formación de residentes, dado que es uno de los pilares fundamentales para el diagnóstico preciso de las enfermedades neurológicas. La importancia de su enseñanza radica en la necesidad de esta habilidad como parte ineludible del quehacer profesional diario en los futuros neurólogos¹.

Históricamente, las bases del EN fueron establecidas por Jean-Martin Charcot en el Hospital de la

Salpêtrière, gracias a estudios clínicos detallados y correlaciones anatomoclínicas que fundamentaron las bases de la neurología moderna. Posteriormente, las contribuciones de William Gowers y Joseph Babinski refinaron aún más esta disciplina, evolucionando con el tiempo hasta conformar el EN tal como lo conocemos hoy en día².

La inclusión curricular del EN no solo es crucial para los residentes de neurología, sino también para aquellos en disciplinas afines a las neurociencias como psiquiatría, neurocirugía y sus subespeciali-

dades¹. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha destacado un incremento significativo en la incidencia de enfermedades del sistema nervioso. Este hecho resalta la relevancia del EN, el cual proporciona hasta el 90% de los diagnósticos neurológicos, gracias a su eficiencia y bajo costo³.

A pesar de su relevancia, la enseñanza del EN enfrenta desafíos derivados de las metodologías tradicionales y enfoques monoestratégicos, que resultan insuficientes para fomentar un aprendizaje profundo, considerando la complejidad y los múltiples matices implicados en el desarrollo de las destrezas necesarias⁴. Actualmente, esta formación se lleva a cabo de manera sistematizada, con una estructura que organiza los contenidos en dominios o competencias claramente definidos^{5,6}.

La neurofobia, definida como el miedo hacia las neurociencias, es común entre los estudiantes que perciben la neurología como una disciplina compleja. Esta percepción se debe a la falta de conocimiento, habilidades procedimentales y la limitada exposición a pacientes con enfermedades neurológicas⁷. Este fenómeno constituye un obstáculo significativo en la formación en esta área, impactando tanto en la elección de la especialidad como en su posterior ejercicio profesional⁸.

En los programas de residencias en neurología se enfatiza la adquisición de competencias clínicas; no obstante, las metodologías y objetivos del proceso de enseñanza-aprendizaje del EN suelen ser superficiales y carecen de detalles estratégicos. Esta limitación puede ocasionar variabilidad en las competencias adquiridas y afectar la calidad de la atención brindada por los especialistas en neurología. Por ello, resulta fundamental optimizar el proceso de enseñanza del EN, orientando los programas de formación hacia una evaluación formativa que priorice la adquisición y aplicación efectiva de habilidades semiológicas, complementada con una evaluación sumativa que certifique la competencia global y la preparación para asumir mayores responsabilidades^{1,4,9}.

Dado que la formación en neurología se estructura en torno a competencias, los educadores tienen la responsabilidad clave de dotar a los futuros neurólogos de las herramientas necesarias para garantizar experiencias de aprendizaje significativas y efectivas^{1,9}. Es indispensable revisar las estrategias pro-

puestas en la literatura, contrastarlas con las prácticas actuales y explorar nuevas tácticas pedagógicas que aún no han sido implementadas, considerando su impacto directo en el desarrollo de habilidades semiológico-neurológicas en los residentes⁹.

En esta revisión, se plantea la implementación de estrategias pedagógicas basadas en un enfoque multiestratégico para la enseñanza del EN. Este enfoque tiene como objetivo facilitar y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en la residencia de neurología, proporcionando herramientas adaptativas y diversas que respondan a las necesidades y estilos de aprendizaje individuales de los residentes, optimizando así su formación y competencia clínica.

Estado curricular actual de las residencias médicas en neurología en Estados Unidos, Europa y México

Para contextualizar la posición actual del EN y su relevancia en los programas curriculares de residencias médicas en neurología, resulta pertinente analizar las estrategias empleadas en los principales centros del mundo, así como las técnicas adoptadas en América Latina.

Los programas de residencia en neurología presentan distintos sistemas de evaluación según la región. En Estados Unidos, el Consejo de Acreditación para la Educación Médica de Posgrado (ACGME) define cinco dominios de hitos específicos para la evaluación de competencias clínicas¹⁰. En Europa, la enseñanza se estructura a partir de la pirámide de Miller, que organiza las competencias en niveles jerárquicos¹¹ (**figura 1**). En México, el Plan Único de Especializaciones Médicas (PUEM) de la UNAM utiliza un enfoque similar¹².

Aunque estos sistemas comparten principios basados en la pirámide de Miller, su implementación varía. En todos los casos, se espera que los residentes de neurología dominen la semiología y el EN como fundamentos para integrar diagnósticos y tratamientos adecuados. Sin embargo, en México y América Latina, la enseñanza-aprendizaje del EN enfrenta deficiencias metodológicas, en gran medida debido a la limitada capacitación pedagógica de los docentes en neurología. Esto genera una variabilidad significativa en las competencias de los egresados y en la calidad de la atención neurológica.

Figura 1. Adaptación de la pirámide de Miller para la evaluación de habilidades en exploración neurológica

Para abordar estas limitaciones, los programas educativos deben incluir evaluaciones formativas enfocadas en el desarrollo de habilidades semiológicas y el seguimiento del progreso de los residentes. Asimismo, es esencial incorporar evaluaciones sumativas que certifiquen la competencia general, la idoneidad profesional y la preparación para asumir mayores responsabilidades. Esta combinación de estrategias formativas y sumativas garantizará que los egresados no solo adquieran las competencias necesarias para brindar atención neurológica de alta calidad, sino que también desarrollen la flexibilidad intelectual y profesional para adaptarse a los desafíos cambiantes de su práctica médica¹³.

En el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía de México, la enseñanza del EN tradicionalmente ha utilizado métodos como conferencias magistrales y exámenes largos objetivos estructurados (OSLER) para la evaluación sumativa anual de los residentes. Más recientemente, se implementó el modelo de Evaluación Formativa Estructurada de Competencias Clínicas (EFECC), una estrategia pedagógica constructivista que promueve el aprendizaje a través de la práctica reflexiva y la retroali-

mentación estructurada, ofreciendo una alternativa innovadora para fortalecer las competencias clínicas.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA DE SEMIOLOGÍA

La investigación sobre las estrategias de enseñanza del EN es limitada; sin embargo, en la práctica clínica se emplean de forma empírica algunas metodologías como clases magistrales, discusión de casos clínicos, simulaciones y práctica directa con pacientes, generalmente desde enfoques monoestratégicos¹⁴.

El diseño de programas de formación para residentes que incorporen herramientas y estrategias respaldadas por evidencia podría proporcionar beneficios significativos, al garantizar resultados que satisfagan las necesidades educativas en el desarrollo de habilidades clínicas y promuevan un aprendizaje significativo¹⁵. La selección de estrategias depende, en parte, del tipo de grupos con los que se trabajará, ya sean pequeños o grandes. En los programas de enseñanza de semiología, las estrategias orientadas a grupos grandes han predominado, como se detalla en la **tabla 1**, debido a sus ventajas logísticas, psicoló-

Tabla 1. Algunas estrategias empleadas en la enseñanza del EN

Estrategias para grupos grandes	Estrategias para grupos pequeños
<ul style="list-style-type: none"> • Clases magistrales • Clases grupales • Presentación de casos clínicos • Simulaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Simulaciones • Tutoría • Tutoría entre pares • Juego de mesa

gicas, económicas y espaciales, así como a la menor inversión de tiempo y recursos necesarios para su implementación¹⁶.

ESTRATEGIAS DE GRUPOS GRANDES

Enseñanza mediante conferencias magistrales y clases grupales

La clase magistral, principal estrategia para enseñar el EN a grupos grandes, ha estado profundamente arraigada en la educación médica como una práctica tradicional que posiciona al docente como el “poseedor del conocimiento”^{17,18}. Sin embargo, este método se ha mostrado insuficiente para fomentar un aprendizaje profundo, limitando la capacidad de reflexión y aplicación práctica de los estudiantes^{18,19}.

La pandemia de SARS-CoV-2 impulsó a la comunidad médica a adoptar nuevos formatos de presentación que incorporan recursos multimedia para conferencias y clases grupales²⁰. Esta transición hacia herramientas audiovisuales y tecnologías innovadoras está alineada con los principios de Mayer (**figura 1**), que promueven el aprendizaje y la comprensión significativa a través del diseño multimedia²¹.

El aprendizaje multimedia implica la construcción de representaciones mentales a partir de recursos audiovisuales, y se enfoca en reducir la carga cognitiva mediante principios como coherencia, señalización, redundancia y contigüidad. Diversas rúbricas han sido desarrolladas para evaluar la calidad de las presentaciones y mejorar la atención y comprensión de los participantes²⁰⁻²².

Los elementos audiovisuales como videos y demostraciones interactivas son utilizados para sintetizar información y fomentar un aprendizaje profundo del EN, complementándose con lecturas previas, actividades prácticas y grupales, videos de exploración física, aprendizaje basado en problemas y análisis de casos clínicos^{16,17}.

Si bien las clases magistrales son accesibles y estructuradas, presentan desventajas importantes, como la pasividad estudiantil y la falta de oportunidades para la práctica activa¹⁸. Sin embargo, cuando se integran dinámicas interactivas y discusiones de casos clínicos, este enfoque puede facilitar la participación estudiantil y la aplicación práctica del conocimiento²³. Estas estrategias, combinadas con metodologías para grupos grandes, ofrecen ventajas significativas, como la diversificación de estrategias didácticas y la adaptabilidad a distintos estilos de aprendizaje. No obstante, también presentan desafíos como la limitada retroalimentación personalizada, diversidad de evaluadores, restricciones en cursos breves, insuficiente formación docente en enfoques innovadores y dependencia de tecnologías avanzadas^{19,24}.

Un equilibrio entre estas fortalezas y limitaciones es esencial para optimizar el aprendizaje y garantizar una enseñanza de calidad en la práctica del EN, especialmente en el contexto de la educación de residentes en neurología.

ESTRATEGIAS DE GRUPOS PEQUEÑOS

Aprendizaje basado en la resolución de problemas

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es ampliamente utilizado en la educación médica, incluida la neurología. Este enfoque busca que los estudiantes identifiquen y resuelvan problemas clínicos, desarrollen estrategias y analicen datos relevantes para su práctica profesional. A diferencia de la enseñanza tradicional, el ABP promueve una actitud constructivista, en la cual los estudiantes construyen marcos conceptuales que facilitan la organización y recuperación de información clave²⁵.

Un estudio realizado por Lee y Son (2023) evaluó un enfoque innovador que combina el aprendizaje basado en problemas con la realidad virtual (ABP-RV) para la enseñanza del EN. Los resultados

mostraron que los estudiantes del grupo ABP-RV obtuvieron una autoeficacia académica significativamente mayor en comparación con el grupo control ($t = -2.80$, $p = 0.007$), así como un mejor desempeño en el EN ($t = -11.62$, $p < 0.001$). Este enfoque integrador fortaleció el aprendizaje, el pensamiento crítico, el razonamiento clínico y la resolución de problemas, además de proporcionar un entorno seguro para la práctica a través de simulaciones²⁶.

El ABP facilita la adquisición de habilidades tanto teóricas como prácticas en un contexto clínico significativo. Este método fomenta el pensamiento crítico, el razonamiento lógico y la participación activa, mejorando así la integración del EN y la formulación de diagnósticos clínicos precisos^{26,27}. Sin embargo, su efectividad está condicionada por la calidad del docente y presenta desafíos en la evaluación de la adquisición de habilidades complejas, lo que subraya la necesidad de herramientas y métodos evaluativos más robustos^{25,27}.

Tutoría o mentoría

La tutoría o mentoría se define como una relación de crecimiento entre individuos con diferentes niveles de experiencia, desempeñando un papel fundamental en el ámbito médico-académico. Es especialmente crucial en la investigación, la enseñanza clínica y las residencias médicas, donde ha ganado amplia aceptación²⁸. En el contexto profesional, facilita la transferencia de conocimiento tácito y consejos prácticos, promoviendo el desarrollo de habilidades, la identidad profesional y la socialización en el entorno laboral²⁹.

La influencia de la mentoría en la formación médica es significativa, impactando tanto en la elección de la especialidad como en el éxito profesional de los médicos residentes^{30,31}. Se estima que hasta el 60% de los residentes de neurología atribuyen su decisión de especializarse a la orientación de un mentor. Los médicos que cuentan con mentores tienen mayores probabilidades de obtener subvenciones, publicar investigaciones y recibir promociones. Sin embargo, para que una mentoría sea exitosa, es necesario superar desafíos como encontrar mentores adecuados, disponer del tiempo suficiente y establecer relaciones significativas. Estrategias como talleres preestablecidos y la asignación anticipada de mentores pueden

facilitar este proceso, ofreciendo orientación desde el inicio de la residencia y fomentando intereses académicos^{29,30}.

La tutoría entre pares, aplicada a la enseñanza de habilidades clínicas, está ganando reconocimiento como una metodología efectiva. Esta estrategia crea un entorno accesible para hacer preguntas, ofrece instrucción personalizada y promueve la confianza en las evaluaciones clínicas³².

Gripay et al. (2022) demostraron la eficacia de este modelo en la enseñanza del EN. En su estudio, residentes capacitaron a estudiantes avanzados, quienes a su vez instruyeron a estudiantes de niveles inferiores bajo supervisión. Los participantes de este sistema lograron puntuaciones significativamente más altas en los exámenes clínicos objetivos estructurados (OSCE) de semiología neurológica, en comparación con sus compañeros no involucrados³³.

La mentoría tiene un impacto positivo en la enseñanza del EN al centrarse en el residente como eje del aprendizaje. Un mentor experimentado facilita la adquisición de competencias clínicas, fortalece la confianza en la ejecución del EN y fomenta la autonomía del aprendiz^{28,29}. Además, proporciona atención personalizada, retroalimentación inmediata y una resolución rápida de dudas.

Sin embargo, enfrenta desafíos como la variabilidad en la calidad de los tutores, su carga de trabajo y las diferencias en niveles de experiencia entre mentor y aprendiz^{30,31}. Superar estas limitaciones es esencial para optimizar el impacto de la mentoría en la formación neurológica.

El residente como educador

Los residentes desempeñan un papel fundamental como principales educadores de profesionales en formación en los hospitales, particularmente durante los primeros años de especialización. Esta responsabilidad, que tradicionalmente corresponde a los médicos adscritos, se traduce con frecuencia en una enseñanza espontánea y no planificada.

Aunque programas como el PUEM incluyen la docencia como una competencia esencial, la falta de formación pedagógica específica hace que los residentes repliquen los modelos de enseñanza de sus superiores, lo que puede impactar negativamente en la calidad de la formación impartida^{34,35}.

El ACGME subraya la importancia de currículos educativos bien estructurados, incorporando hitos específicos para el desarrollo de habilidades docentes en los residentes. La teoría de aprendizaje de adultos de Malcom Knowles, ampliamente aplicada en este contexto, identifica seis características fundamentales del aprendizaje adulto: preparación, autodirección, motivación interna, relevancia, orientación a objetivos e integración de experiencias previas³⁶.

Riveros-Ruiz et al. (2021) observaron que los especialistas en formación dedican hasta el 24.2 % de su tiempo a la enseñanza de personal sanitario, incluidos residentes junior, internos y estudiantes. En este estudio, los residentes de especialidades quirúrgicas reportaron una mayor autopercepción de su rol docente entre pares en comparación con los residentes de especialidades médicas, siendo este fenómeno más pronunciado en mujeres³⁷.

Un estudio aplicó metodologías basadas en el aprendizaje de adultos para la formación de residentes de neurología, empleando el examen *Residency In-Service Training Examination (RITE)* como herramienta de evaluación. Este examen, que abarca competencias clínicas relacionadas con el EN, permitió demostrar una mejoría significativa tanto en el rendimiento de habilidades avanzadas como en las puntuaciones obtenidas, tras la intervención educativa³⁶.

La enseñanza del EN por parte de residentes favorece el aprendizaje profundo mediante el intercambio de experiencias y la reflexión conjunta. Este enfoque aprovecha los conocimientos previos, resalta la relevancia práctica del EN y se adapta a contextos clínicos reales. Sin embargo, enfrenta retos importantes, como la variabilidad en las experiencias previas de los residentes, la necesidad de formación en técnicas pedagógicas y las dificultades inherentes a la evaluación del desempeño del residente como educador^{36,37}. Optimizar estas estrategias es esencial para fortalecer el rol docente de los residentes y mejorar la enseñanza del EN en los programas de formación médica.

Simulaciones

La simulación, entendida como un método de enseñanza que replica experiencias reales, ofrece espa-

cios seguros para el aprendizaje, permitiendo a los participantes reflexionar sobre sus errores y mejorar sus habilidades. Esta herramienta educativa genera experiencias prácticas, proporciona retroalimentación inmediata y facilita la comprensión y aplicación de conocimientos, así como el desarrollo de estrategias para la resolución de problemas³⁸.

Puede aplicarse en grupos pequeños o grandes; en estos últimos, se suele recurrir a actores profesionales o pacientes estandarizados. En algunos casos, los grupos grandes se subdividen, lo que ha demostrado ser beneficioso para el aprendizaje interprofesional y la satisfacción de los participantes con el método³⁹.

Un elemento clave en la eficacia de la simulación es la fidelidad, que se refiere al grado de similitud con la realidad. Esta fidelidad puede ser física, cuando el entorno y los recursos replican condiciones reales, o emocional, cuando las experiencias recreadas evocan emociones auténticas en los participantes. La fidelidad está determinada por factores como el diseño del entorno, los recursos disponibles y las características de los participantes^{40,41}.

Diversos estudios han validado la efectividad de la simulación en la enseñanza de competencias médicas. Por ejemplo, Deepak et al. (2017) compararon dos grupos de residentes de neurología en la exploración del fondo de ojo: uno que recibió capacitación mediante simulación y otro mediante clases tradicionales. Los resultados mostraron que los residentes capacitados con simulación obtuvieron puntuaciones significativamente más altas en habilidades prácticas (2.5 [2.3] frente a 0.8 [1.8], $P = 0.01$) que aquellos que recibieron instrucción convencional⁴².

La simulación tiene un impacto significativo en el desarrollo de competencias relacionadas con el EN. Mejora las habilidades prácticas al proporcionar una experiencia realista, estandarizada y repetible en un entorno seguro y controlado. Sus ventajas incluyen la posibilidad de practicar sin comprometer la seguridad del paciente, la repetición de procedimientos para perfeccionar técnicas, y la estandarización de casos clínicos⁴². No obstante, este enfoque enfrenta limitaciones, como altos costos, acceso restringido a la tecnología, necesidad de capacitación específica para los docentes, curva de aprendizaje asociada al manejo de simuladores y falta de interacción

humana real con pacientes. Además, la calidad del simulador empleado puede influir en los resultados obtenidos³⁸⁻⁴⁰.

Aunque esta revisión no aborda en profundidad este tema, es importante señalar una preocupación legítima: las estrategias basadas en tecnología, como la simulación, pueden exacerbar la brecha de accesibilidad para grupos socialmente desfavorecidos. Este aspecto requiere mayor atención para garantizar la equidad en la formación médica avanzada.

Gamificación o Ludificación

Los juegos poseen un alto valor educativo, fomentando el desarrollo cognitivo y profesional de los médicos en formación. Constituyen una herramienta eficaz para motivar, introducir elementos de competencia y generar sorpresa, contribuyendo a un aprendizaje más dinámico⁴³. El aprendizaje basado en juegos facilita la transferencia de conocimientos al combinar desafíos, entretenimiento, puntuación y aplicación práctica. En particular, la gamificación, que adapta principios de los juegos a contextos no lúdicos, busca motivar y comprometer al estudiante mediante sistemas de puntuación, niveles, colaboración, competencia y reconocimiento social. Un ejemplo destacado es *Neuropoly*[®], un juego donde los participantes avanzan respondiendo preguntas relacionadas con la neuroanatomía⁴⁴.

En el contexto del EN, la gamificación ofrece beneficios significativos al mejorar la retención del conocimiento, promover competencias prácticas y aumentar la motivación de los residentes. Entre sus ventajas se incluyen el aprendizaje activo, el desarrollo de habilidades blandas como la comunicación y el trabajo en equipo, y la retroalimentación inmediata que permite identificar lagunas de conocimiento. Sin embargo, este enfoque también presenta limitaciones, como la falta de accesibilidad, la complejidad en el diseño e implementación de los juegos y la desigualdad en los beneficios percibidos entre los residentes, dependiendo de sus estilos de aprendizaje y niveles de experiencia^{43,44}.

La pandemia de SARS-CoV-2 y la adopción de nuevas estrategias de enseñanza

La pandemia de COVID-19 fue un disruptor significativo en los procesos educativos a nivel mundial,

afectando profundamente la enseñanza en el ámbito neurológico. Las restricciones sanitarias alteraron las rotaciones clínicas, redujeron drásticamente las clases presenciales y las rondas médicas, y limitaron la exposición de los estudiantes a casos clínicos. En respuesta, los docentes se vieron obligados a adoptar nuevos métodos para la enseñanza, en su mayoría mediante estrategias improvisadas. Esta situación condujo a la implementación de ambientes virtuales de aprendizaje, utilizando plataformas como Zoom, Moodle y otros sistemas para mitigar los efectos de la contingencia sanitaria⁴⁵.

Entre las estrategias implementadas en la enseñanza virtual se incluyen sesiones individuales, la realización del EN con familiares y dinámicas de equipo para exploraciones supervisadas de manera visual por tutores. Sin embargo, la mayoría de estos escenarios carecieron de una planeación adecuada y fueron improvisados⁴⁶. Uno de los mayores desafíos en la enseñanza virtual del EN es la ausencia de contacto físico, un aspecto crítico para el desarrollo de competencias semiológicas. Esto subraya la importancia de integrar estrategias cuidadosamente diseñadas, que combinen modalidades como simulaciones, tutorías, tutorías entre pares y el uso de pacientes estandarizados, para garantizar que los estudiantes adquieran las competencias necesarias en semiología neurológica^{46,47}.

No obstante, la falta de habilidades en el manejo de la información y las herramientas tecnológicas no es un problema exclusivo de los estudiantes. Es esencial que la adopción de nuevas tecnologías esté acompañada de capacitación tanto para docentes como para estudiantes. Capacitar a los profesores en el uso de herramientas digitales sin introducir nuevas estrategias pedagógicas puede perpetuar metodologías tradicionales, maquilladas de innovación por el uso de tecnología. Por tanto, resulta crucial que los docentes adopten teorías de aprendizaje centradas en la educación médica, con el objetivo de promover un aprendizaje significativo⁴.

César Coll et al. (2007) argumentan que la incorporación de tecnologías de la información y la comunicación no garantiza, por sí sola, una transformación en las prácticas pedagógicas. Para incidir en los procesos de enseñanza y modificar las prácticas educativas, estas tecnologías deben integrarse

en actividades conjuntas que involucren activamente tanto a docentes como a estudiantes⁴⁸.

La tutoría también ha demostrado ser valiosa en medios virtuales. Un tutor puede no solo facilitar el aprendizaje, sino también aliviar el estrés psicológico al normalizar las dificultades que enfrentan los estudiantes en el desarrollo de habilidades semiológicas. Plataformas como Zoom pueden ser útiles para fomentar la interacción, incluso con estudiantes más introvertidos, mediante el uso de chats y otras dinámicas que promuevan la participación activa⁴⁷. Estas herramientas, cuando se utilizan de manera adecuada, pueden convertirse en un apoyo efectivo para la enseñanza del EN en contextos virtuales.

DISCUSIÓN Y PROPUESTA

En la presente revisión se propone la implementación de estrategias pedagógicas desde un enfoque multi-estratégico para la enseñanza del EN, con el objetivo de optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los residentes de neurología. Este sistema diversificado, basado en evidencia, busca abordar las necesidades detectadas en la formación de habilidades semiológicas, superando la rigidez de los métodos tradicionales cuya efectividad es difícil de cuantificar debido a la falta de un enfoque metódico y analizable.

La propuesta de estrategias eficientes responde también a la necesidad de generar nuevo conocimiento basado en investigación educativa, subrayando la importancia de metodologías adecuadas para una enseñanza compleja como la que demanda el EN⁴⁹.

Una estrategia efectiva debe adaptarse a las necesidades del estudiante, considerando el entorno educativo, los recursos disponibles y el contexto específico. Esta adaptabilidad permite su implementación individualizada en los programas de especialidad y subraya la importancia de capacitar y sensibilizar a los profesores para su adecuada incorporación. En la **tabla 2** se detalla una lista de estrategias aplicables.

El EN comprende un conjunto de subdominios, cada uno con componentes fisiológicos y exploratorios particulares. Por ejemplo, la exploración neurocognitiva difiere significativamente de la evaluación de reflejos, que requiere una exploración física dirigida. Estas diferencias demandan un enfoque

personalizado, asignando estrategias específicas a cada subdominio. La **tabla 3** resume las estrategias propuestas, orientadas al diseño curricular y basadas en las destrezas necesarias para cada área del EN. Todas las estrategias deben ser individualizadas y contextualizadas en función de las condiciones del grupo y el centro educativo.

Los principales desafíos en la implementación incluyen la falta de profesionalización docente y la insuficiente capacitación en recursos y tecnología, que dificultan la adopción de nuevas estrategias didácticas. Además, la resistencia al cambio por parte de los docentes, que suelen mostrarse reticentes a adoptar metodologías distintas a las utilizadas durante años, puede estar alimentada por dudas sobre la efectividad de las nuevas estrategias y el temor al fracaso en el logro de objetivos establecidos^{52,53}. La adaptación de los estudiantes, cuyos estilos y métodos de aprendizaje varían significativamente, también representa un reto.

Otra limitación importante es la falta de herramientas de evaluación adecuadas y el desconocimiento sobre el desarrollo y uso de escalas existentes, lo que complica la medición de los resultados⁵². Finalmente, la falta de retroalimentación efectiva por parte de los docentes dificulta el ajuste continuo de las estrategias. La retroalimentación inmediata o cercana es fundamental para un aprendizaje eficaz, ya que permite detectar y corregir errores de manera oportuna, favoreciendo una mejor comprensión y fomentando la autonomía del estudiante⁵⁴.

La medición de los resultados debe realizarse mediante una evaluación continua del currículum de los residentes, con énfasis en las competencias adquiridas. Las evaluaciones formativas deben implementarse a lo largo de la residencia, mientras que las evaluaciones sumativas deben aplicarse al finalizar cada grado. Es esencial emplear métodos estructurados que permitan evaluar competencias en entornos controlados, con objetivos claros y específicos, garantizando la mejora continua del currículum de los residentes.

Este enfoque integral busca no solo optimizar la enseñanza del EN, sino también equipar a los residentes con las competencias necesarias para enfrentar los retos profesionales con autonomía y excelencia clínica.

Tabla 2. Breve descripción de algunas estrategias de enseñanza pertinentes en la exploración neurológica

Propuesta	Descripción
Aprendizaje basado en casos (<i>case-based learning</i>) ^{50,51}	Se basa en el análisis y la discusión de casos clínicos reales o simulados, con el objetivo de aplicar conocimientos teóricos. De esta manera, los estudiantes pueden desarrollar habilidades en la resolución de problemas y en la toma de decisiones clínicas
Aprendizaje basado en equipos (<i>team-based learning</i>) ⁵⁰	Consiste en la realización de actividades enfocadas en la resolución de problemas, para fomentar la colaboración en equipos e incentivar el razonamiento y la toma de decisiones clínicas
Aprendizaje basado en problemas (<i>problem-based learning</i>) ⁵⁰	Se fundamenta en el análisis y la realización de actividades con enfoques orientados a la resolución de problemas, ya sea de forma individual o en equipos pequeños
Bola de nieve (<i>snowballing</i>) ^{50,51}	Implica la discusión de temas entre pares, seguida de un debate en un grupo más grande, con el objetivo de llegar a inferencias y razonamientos clínicos pertinentes y colaborativos
Clase invertida (<i>flipped classroom</i>) ⁵⁰	Está basado en el estudio individual del contenido teórico fuera de clase, para luego abordar esos temas en las clases con el fin de discutirlos y resolver problemas
Enseñanza de habilidades clínicas (<i>clinical skills teaching</i>) ⁵⁰	Comprende la instrucción y práctica estructurada de habilidades clínicas esenciales, como el examen neurológico, mediante un entorno supervisado y controlado
Grupo de aprendizaje en acción (<i>action learning set</i>) ⁵⁰	Tiene su base práctica en la discusión y resolución de problemas a partir del intercambio de experiencias y reflexiones sobre problemáticas planteadas para desarrollar un aprendizaje colaborativo
Grupo interprofesional (<i>interprofessional group</i>) ⁵⁰	Se caracteriza por la discusión y resolución de problemas a través del intercambio de experiencias y reflexiones sobre problemáticas planteadas, con el objetivo de desarrollar un aprendizaje colaborativo
Grupo nominal (nominal group technique) ^{50,51}	Consiste en promover el aprendizaje cooperativo a partir de la generación de ideas individuales, seguidas de una discusión grupal para determinar la priorización y pertinencia de dichas ideas en la resolución de problemas
Grupos balint (<i>balint groups</i>) ⁵⁰	Radica en la discusión de casos clínicos mediante grupos pequeños y la exploración de aspectos emocionales y psicológicos de la relación médico-paciente, para incentivar la empatía, el proceso reflexivo y mejorar la toma de decisiones
Grupos de debate (<i>buzz groups</i>) ⁵⁰	Se desarrolla mediante la discusión de problemas acerca de un tópico particular durante un período corto de tiempo para la generación de ideas desde diferentes perspectivas, seguida de una discusión por grupos
Juego de roles (<i>role play</i>) ^{50,51}	Se sustenta en la resolución de conflictos mediante situaciones simuladas en un entorno seguro, en la que residentes asumen roles específicos, con la finalidad de practicar habilidades de comunicación y toma de decisiones
Pacientes estandarizados (<i>standardized patients</i>) ⁵⁰	Implica la práctica simulada con actores entrenados para reproducir de manera constante y detallada síntomas, antecedentes y comportamientos de pacientes reales, con el propósito de practicar y mejorar habilidades clínicas
Participantes simulados (<i>simulated participants</i>) ⁵⁰	Utiliza participantes simulados o actores o personas entrenadas para representar a pacientes o familiares en escenarios clínicos, para facilitar la práctica de habilidades clínicas, de comunicación y de diagnóstico en entornos simulados y controlados
Simulación basada en computadora (computer-based simulation) ⁵⁰	Recrea escenarios clínicos mediante el uso de programas de computadora, con el propósito de que residentes puedan practicar la toma de decisiones y habilidades clínicas en un entorno controlado y seguro
Simuladores basados en maniqués (<i>manikin-based simulators</i>) ⁵⁰	Los residentes realizan ejercicios de práctica simulada mediante el uso de maniqués médicos que replican funciones humanas, para que residentes practiquen procedimientos clínicos y habilidades técnicas en un entorno realista, simulado y controlado
Sistema de respuesta en el aula (<i>audience response systems</i>) ⁵⁰	Consiste en la participación activa y en tiempo real de los residentes, quienes responden preguntas durante una clase de un área disciplinar. Un tutor o profesor con mayor experiencia proporciona retroalimentación instantánea para fomentar un aprendizaje profundo y reflexivo
Tutoría (<i>mentoring</i>) ⁵⁰	Se refiere a la orientación, retroalimentación y apoyo de un tutor hacia un residente para ayudar a desarrollar habilidades clínicas, lograr metas académicas y mejorar el desempeño académico y profesional
Tutoría entre pares (<i>peer mentoring</i>) ⁵⁰	Es una estrategia basada en el acompañamiento entre residentes, donde un residente de nivel más avanzado guía y apoya a uno de menor nivel, con el fin de orientar y reforzar los procesos de aprendizaje dentro de un área disciplinaria
Visita de enseñanza en la sala del paciente (<i>teaching ward round</i>) ⁵⁰	Busca la participación práctica de residentes en rondas clínicas, supervisadas por médicos experimentados, mediante las cuales se discute y aprende acerca del diagnóstico y manejo de pacientes hospitalizados

Tabla 3. Estrategias propuestas por dominios del examen neurológico

Dominio	Estrategias tradicionales conocidas en la práctica	Estrategias propuestas por dominio	Estrategias aplicables en todos los dominios
Funciones mentales	Clases magistrales, clases grupales, estudio de casos clínicos	Rondas médicas, juego de roles, bola de nieve, técnicas grupales	Clase invertida, aprendizaje basado en problemas, enseñanza de habilidades clínicas, aprendizaje basado en casos y equipos, sistemas de respuesta a la audiencia, mentoría, tutoría entre pares
Nervios craneales		Simulación, bola de nieve, simulaciones basadas en maniqués	
Fuerza muscular		Participantes simulados, simulaciones basadas en maniqués	
Reflejos de estiramiento muscular		Participantes simulados, simulaciones basadas en maniqués	
Tono y trofismo		Paciente estandarizado, participante simulado, simuladores basados en maniqués	
Reflejos patológicos y atáxicos		Rondas médicas, participante simulado, simuladores basados en maniqués	
Movimientos anormales		Rondas médicas, simulaciones	
Marcha		Paciente estandarizado, simulaciones, juego de roles	
Sistema sensitivo		Paciente estandarizado, participantes simulados	
Funciones cerebelosas		Paciente estandarizado, juego de roles, simulaciones, técnicas grupales	
Signos meníngeos		Paciente estandarizado, participantes simulados, simulación basada en maniqués	
Sistema nervioso autónomo		Paciente estandarizado, participante simulado	

Algunos ejemplos concretos para implementar estas estrategias incluyen, en primer lugar, la exploración de pacientes con enfermedades neurológicas realizada entre pares bajo la supervisión de un evaluador experimentado. Este evaluador utilizaría rúbricas estructuradas para analizar de manera sistemática los componentes del EN, asegurando que cada aspecto sea abordado de forma objetiva y estandarizada.

Otra estrategia efectiva es el diseño de talleres prácticos que comiencen con modelos básicos para la evaluación de habilidades fundamentales, como la evaluación de reflejos. Estos talleres progresarían hacia escenarios más complejos, incluyendo casos que requieran exploración neurocognitiva. Para optimizar el aprendizaje, estas actividades podrían realizarse en un laboratorio de simulación equipado con actores estandarizados o pacientes con enfermedades neurológicas específicas, incluyendo aquellos con manifestaciones atípicas. Estas estrategias permitirían una integración diagnóstica más completa del EN, complementada con retroali-

mentación inmediata proporcionada por docentes o tutores experimentados.

CONCLUSIÓN

La enseñanza del EN enfrenta desafíos significativos, como la insuficiencia de métodos tradicionales, la falta de capacitación docente y las limitaciones en la retroalimentación efectiva. Superar estos retos requiere un enfoque innovador que combine metodologías basadas en evidencia y estrategias adaptativas.

Para optimizar el currículo de formación de residentes en neurología, se propone un plan estratégico basado en evidencia que integre simulaciones de alta fidelidad, tutorías entre pares, gamificación y tecnologías multimedia. Este enfoque multi-estratégico debe implementarse de manera estructurada, alineándose con las competencias clave y objetivos de aprendizaje, y adaptándose a las necesidades específicas de los residentes. Estas estrategias buscan no solo promover la adquisición de habilidades clínicas fundamentales, sino también fomentar un aprendizaje profundo, reflexivo y adaptable que pre-

pare al futuro especialista para los desafíos de su práctica profesional.

El desarrollo de herramientas de evaluación específicas es igualmente prioritario, ya que permiten medir competencias de manera objetiva en entornos controlados y garantizar una retroalimentación continua, esencial para el ajuste y mejora constante del proceso formativo. La capacitación docente, orientada a la implementación efectiva de estas metodologías, y la inversión en investigación educativa son pilares indispensables para asegurar la eficacia, sostenibilidad y evolución de estas iniciativas. En este sentido, estas acciones representan no solo una respuesta a las demandas actuales de la educación médica en neurociencias, sino también una apuesta por su innovación y excelencia a largo plazo.

CONTRIBUCIÓN INDIVIDUAL

- RSG: Concepción, conceptualización, escritura, revisión y edición.
- AER: Concepción, conceptualización, escritura, revisión y edición.
- FSA: Concepción, conceptualización, escritura, revisión y edición.
- EAG: Concepción, conceptualización, escritura, revisión, edición y supervisión.

AGRADECIMIENTOS

Ninguno.

PRESENTACIONES PREVIAS

Ninguna.

FINANCIAMIENTO

Ninguno.

CONFLICTO DE INTERÉS

Ninguno declarado por los autores. 🔍

REFERENCIAS

1. Berton G, Dagnese L, Guerra G, Volino G, Henicka J, Rodrigues L, Castel G, Saltiel R, Giovelli M, Zanatta A. Neurological semiology learning and technological-digital perspectives: a scoping review. *J Health Inform.* 2023;15(2):71-7. <https://doi.org/10.59681/2175-4411.v15.i2.2023.995>
2. Sánchez L. Jean Martin Charcot, padre de la neurología moderna. *Acta Neurol Colomb.* 2021;37(3):154-157. <https://doi.org/10.22379/24224022382>
3. Nicholl DJ, Appleton JP. Clinical neurology: why this still matters in the 21st century. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2015;86(2):229-33. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2013-306881>
4. Ramírez L, Tamayo O. Aprendizaje profundo en semiología neurológica mediante una herramienta informática. *Hacia Promoc. Salud.* 2011;16(2):109-120. Disponible en: <https://tinyurl.com/25qvcned>
5. Maranhão-Filho P, Vincent MB, Silva MM. Neurological examination: pioneering authors and their books. *Arq Neuropsiquiatr.* 2015;73(2):140-6. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20140215>
6. Maher AB. Neurological assessment. *Int J Orthop Trauma Nurs.* 2016;22:44-53. <https://doi.org/10.1016/j.ijotn.2016.01.002>
7. Eraña I, Segura-Azuara N, López M. Exploración del nivel de neurofobia en estudiantes de medicina en México. *Inv Ed Med.* 2018;7(26):63-70. <https://doi.org/10.1016/j.riem.2017.05.007>
8. Almendárez-Sánchez C, García-Velasco H, Vázquez-Nieves J, Álvarez-Vázquez L. ¿Quieres ser neurocirujano? Un estudio transversal basado en cuestionarios realizados en médicos internos. *Inv Ed Med.* 2021;10(40):52-60. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2021.40.21370>
9. Furr Stimming E, Soni M. Educating Residents and Students in the Clinic. *Neurol Clin.* 2023;41(1):215-229. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2022.08.004>
10. Lewis SL, Józefowicz RF, Kilgore S, Dhand A, Edgar L. Introducing the neurology milestones. *J Grad Med Educ.* 2014;6(1 Suppl 1):102-4. <https://doi.org/10.4300/JGME-06-01s1-34>
11. Bassetti CLA, Soffietti R, Vodusek DB, Schoser B, Kuks JBM, Rakusa M, Cras P, Boon PAJM. The 2022 European postgraduate (residency) programme in neurology in a historical and international perspective. *Eur J Neurol.* 2024;31(3):e15909. <https://doi.org/10.1111/ene.15909>
12. Universidad Nacional Autónoma de México. Programa Único de Especialidades Médicas: Neurología. México: UNAM; 2023. Disponible en: <https://tinyurl.com/2yaprdlr>
13. Díaz, V. Evaluación de competencias del proceso formativo de los residentes utilizando el portafolio: una revisión de la literatura. *Pediatr Panamá.* 2020;49(1):24-28. <https://doi.org/10.37980/im.journal.rspp.20201593>
14. Pineda C, García-Perdomo H, Tehelen J, Ruiz O, Yandi J. Formación en semiología médica: una caracterización desde la práctica. *Educación y educadores.* 2014;17(1):72-90. <https://doi.org/10.5294/edu.2014.17.1.4>
15. Nuñez-Cortés J. La enseñanza de las habilidades clínicas. *Educ Méd.* 2008;11(Supl 1):S21-S27. <https://doi.org/10.4321/S1575-18132008000500005>
16. Baños J, Farré M. Dinamización de la clase magistral en medicina: diez ejemplos de minicasos utilizados en la docencia de la farmacología. *Educ Med.* 2011;14(2):105-112. <https://doi.org/10.4321/S1575-18132011000200006>
17. Gatica-Saavedra M, Rubí-González P. La clase magistral en el contexto del modelo educativo basado en competen-

- cias. *Rev. Electr. Educare*. 2020;25(1):1-12. <https://doi.org/10.15359/ree.25-1.17>
18. Eurolo J, Álvarez G. Enseñanza de la neurología en el pregrado: propuesta de una nueva metodología. *Rev. chil. neuro-psiquiatr*. 2004;42(1):131-137. <https://doi.org/10.1016/j.neuarg.2014.03.004>
 19. Schaefer SM, Dominguez M, Moeller JJ. The Future of the Lecture in Neurology Education. *Semin Neurol*. 2018;38(4):418-427. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1667042>
 20. Benken S, Mucksavage J, Yudkowsky R, Woo D, Collins M, Cheung JJH. A Multimedia Evaluation of Pharmacy Faculty PowerPoint Slides in a Critical Care Course. *Am J Pharm Educ*. 2023;87(5):100066. <https://doi.org/10.1016/j.ajpe.2023.100066>
 21. Sudario G, Toohey S, Wiechmann W, Smart J, Boysen-Osborn M, Youm J, Spann S, Wray A. The Applied Weighted Slide Metric (AWSM) Tool: Creation of a Standard Slide Design Rubric. *J Adv Med Educ Prof*. 2022;10(2):91-98. <https://doi.org/10.30476/jamp.2021.91010.1428>
 22. Nagmoti JM. Departing from PowerPoint default mode: Applying Mayer's multimedia principles for enhanced learning of parasitology. *Indian J Med Microbiol*. 2017;35(2):199-203. https://doi.org/10.4103/ijmm.IJMM_16_251
 23. Lama AM, Murray AM, Frey J, Neeley B, Lewis JW. Using a Mock Rounds Model and Neurology Patients to Teach Neurological Exam Skills in a Medical Neurobiology Course. *Med Sci Educ*. 2021;31(5):1567-1573. <https://doi.org/10.1007/s40670-021-01345-4>
 24. Andrade M, Mangia C, Barragán E, Diniz R, Strufaldi M, Pretroni R. Interactive methodologies to facilitate the integration of the Human Semiology Curricular Unit. *Revista Eletrônica de Educação*. 2019;13(2):632-641. <https://doi.org/10.14244/198271992379>
 25. Bodagh N, Bloomfield J, Birch P, Ricketts W. Problem-based learning: a review. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2017;78(11):C167-C170. <https://doi.org/10.12968/hmed.2017.78.11.C167>
 26. Lee JS, Son HK. Evaluation of a Virtual Reality Simulation to Improve Problem-Based Learning for Neurologic Examination in Nursing Students. *Iran J Public Health*. 2023;52(10):2128-2137. <https://doi.org/10.18502/ijph.v52i10.13851>
 27. Vera O. El aprendizaje basado en problemas y la medicina basada en evidencias en la formación médica. *Rev. Méd. La Paz*. 2016;22(2):78-86. Disponible en: <https://tinyurl.com/23erwb32>
 28. House A, Dracup N, Burkinshaw P, Ward V, Bryant LD. Mentoring as an intervention to promote gender equality in academic medicine: a systematic review. *BMJ Open*. 2021;11(1):e040355. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-040355>
 29. Pethrick H, Nowell L, Paolucci EO, Lorenzetti L, Jacobsen M, Clancy T, Lorenzetti DL. Peer mentoring in medical residency education: A systematic review. *Can Med Educ J*. 2020;11(6):e128-e137. <https://doi.org/10.36834/cmej.68751>
 30. Henry-Noel N, Bishop M, Gwede CK, Petkova E, Szumacher E. Mentorship in Medicine and Other Health Professions. *J Cancer Educ*. 2019;34(4):629-637. <https://doi.org/10.1007/s13187-018-1360-6>
 31. Sampat A, Larson D, Culler G, Bega D. Formalizing a Residency Mentorship Program with a "Business of Medicine" Curriculum. *J Med Educ Curric Dev*. 2020;7:2382120520959685. <https://doi.org/10.1177/2382120520959685>
 32. Khalid H, Shahid S, Punjabi N, Sahdev N. An integrated 2-year clinical skills peer tutoring scheme in a UK-based medical school: perceptions of tutees and peer tutors. *Adv Med Educ Pract*. 2018;9:423-432. <https://doi.org/10.2147/AMEP.S159502>
 33. Gripay B, André T, De Laval M, Peneau B, Secourgeon A, Lerolle N, Annweiler C, Justeau G, Connan L, Martin L, Bière L. Benefits of semiology taught using near-peer tutoring are sustainable. *BMC Med Educ*. 2022;22(1):26. <https://doi.org/10.1186/s12909-021-03086-9>
 34. Méndez-López J, Mendoza-Espinosa H, Torruco-García U, Sánchez-Mendiola M. El médico residente como educador. *Inv Ed Med*. 2013;2(7):154-161. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72705-4](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72705-4)
 35. Guinchad y Sánchez E. El médico residente como educador. *Acta Ortop Mex*. 2020;34(5):336-339. <https://doi.org/10.35366/97999>
 36. Shoirah H, Ntranos A, Brandstadter R, Liu Y, Medina E, Kwan J, Krieger S. Education Research: Resident education through adult learning in neurology. *Neurology*. 2018;91:234-238. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000005914>
 37. Riveros-Ruiz J, Gutiérrez-Aguado A, Correa-López L, Cruz-Vargas J. Competencias del médico residente como educador en una universidad privada del Perú. 2021;22:586-592. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2019.12.007>
 38. So HY, Chen PP, Wong GKC, Chan TTN. Simulation in medical education. *J R Coll Physicians Edinb*. 2019;49(1):52-57. <https://doi.org/10.4997/JRCPE.2019.112>
 39. Saaranen T, Silén-Lipponen M, Palkolahti M, Mönkkönen K, Tiihonen M, Sormunen M. Interprofessional learning in social and health care-Learning experiences from large-group simulation in Finland. *Nurs Open*. 2020;7(6):1978-1987. <https://doi.org/10.1002/nop2.589>
 40. Kim J, Park JH, Shin S. Effectiveness of simulation-based nursing education depending on fidelity: a meta-analysis. *BMC Med Educ*. 2016;16:152. <https://doi.org/10.1186/s12909-016-0672-7>
 41. Coro-Montanet G, Bartolomé-Villar B, García-Hoyos F, Sánchez-Ituarte J, Torres-Moreta L, Méndez-Zunino M, Morales-Morillo M, Pardo-Monedero M. Indicadores para medir fidelidad en escenarios simulados. *FEM*. 2020;23(3):141-149. <https://doi.org/10.33588/fem.233.1058>
 42. Gupta DK, Khandker N, Stacy K, Tatsuoka CM, Preston DC. Utility of Combining a Simulation-Based Method With a Lecture-Based Method for Fundoscopy Training in Neurology Residency. *JAMA Neurol*. 2017;74(10):1223-1227. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2017.2073>
 43. Bochennek K, Wittekindt B, Zimmermann SY, Klingebiel T. More than mere games: a review of card and board games

- for medical education. *Med Teach*. 2007;29(9):941-8. <https://doi.org/10.1080/01421590701749813>
44. Raskurazhev A, Kuznetsova P, Khizhnikova AE, Klochkov A, Bakulin I, Annushkin V, Tanashyan M, Suponeva N, Gnedovskaya E. Neuropoly: An Educational Board Game to Facilitate Neurology Learning. *Front Syst Neurosci*. 2021;15:688210. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2021.688210>
 45. Biesalski AS, von Kirchbauer I, Schmidt-Graf F. Neurological teaching in times of crisis. *GMS J Med Educ*. 2020;37(7):Doc69. <https://doi.org/10.3205/zma001362>
 46. Reiter-Campeau S, Lubarsky S, Chalk C, Buyukkurt A, Levesque-Roy M, Clouatre A, Benea D, Rahman T, Moore F. Education Research: Qualitative Assessment of Virtual Teaching of the Neurological Examination to Students Reveals Importance of Technique, Process, and Documentation. *Neurology: Education*. 2023;2(3):1-8. <https://doi.org/10.1212/NE9.000000000200083>
 47. Chhetri SK. E-learning in neurology education: Principles, opportunities and challenges in combating neurophobia. *J Clin Neurosci*. 2017;44:80-83. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2017.06.049>
 48. Coll C, Onrubia J, Mauri T. Tecnología y prácticas pedagógicas: las TIC como instrumentos de mediación de la actividad conjunta de profesores y estudiantes. *Anuario de Psicología*. 2007;38(3):377-400. <https://doi.org/10.25115/ejrep.v8i21.1384>
 49. Chávez R, Valcárcel N, Medina I. La necesidad de la investigación en la didáctica de la educación médica. *Educ Med Super*. 2021;35(1). Disponible en: <http://ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/2144>
 50. Swanwick T, Forrest K, O'Brien B. *Understanding Medical Education: Evidence, Theory, and Practice*. 3rd edition. United States: Wiley; 2019. Online ISBN:9781119373780
 51. Ryan M, et al. *Compendium of Active Learning Strategies for Student Engagement*. New York: Academic Press; 2022. Disponible en: <http://research.thea.ie/handle/20.500.12065/4041>
 52. Argüelles-González E. An ancient foe within neurosciences education. *Rev Mex Neuroci*. 2024;25(3):55-56. <https://doi.org/10.24875/RMN.M24000101>
 53. Lifshitz-Guinzberg A, Abreu-Hernández L, Sepúlveda-Vildósola A, Urrutia-Aguilar M, Córdova-Villalobos J, López-Bárcena J, Sánchez-Mendiola M. Pros y contras de las innovaciones en educación médica. *Gac. Méd. Méx*. 2021;157(3):338-348. <https://doi.org/10.24875/GMM.20000688>
 54. Astolfi JP. *L'erreur, un outil pour enseigner*. 12e édition. Issy-les-Moulineaux: ESF éditeur, coll. Pratiques et enjeux pédagogiques; 2015. ISBN 978-2-7101-4750-3