

## Aula invertida y aula virtual en la formación del Técnico Superior en neurofisiología clínica

### Inverted Classroom and Virtual Classroom in the Training of Higher-Degree Associates in Clinical Neurophysiology

Miguel Alejandro Fernández Alemán<sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6475-175X>

Elisa Martínez Martínez<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0846-0277>

Lourdes Beatriz Valdés Urrutia<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-2072-8432>

Odiel Estrada Molina<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-0918-418X>

Yunitsy Zulueta Labaceno<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1136-557X>

Nibaldo Hernández Mesa<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3695-7934>

<sup>1</sup>Centro de Neurociencias de Cuba, Departamento de Docencia e Información Científico-Técnica. La Habana, Cuba.

<sup>2</sup>Universidad de Valladolid. España.

<sup>3</sup>Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, Instituto de Ciencias Básicas y Preclínicas “Victoria de Girón”. La Habana, Cuba.

\*Autor para la correspondencia: [mafernandez@cneuro.edu.cu](mailto:mafernandez@cneuro.edu.cu)

## RESUMEN

**Introducción:** En las ciencias médicas son diversas las investigaciones asociadas a la modalidad virtual, sobre todo durante la pandemia por COVID-19. Sin embargo, en el campo de la neurofisiología clínica existen pocas experiencias descritas.

**Objetivo:** Describir los resultados del desarrollo virtual de las asignaturas Historia de la Neurociencia y la Neurofisiología en Cuba e Introducción a la Metodología de la Investigación Científica, mediante el aula invertida y el aula virtual en la formación del Técnico Superior en neurofisiología clínica en La Habana.

**Métodos:** Estudio descriptivo de corte transversal y no experimental. Se adecuaron las asignaturas en modalidad virtual, al aplicar un modelo constituido por cuatro fases: preparación, análisis y diseño, desarrollo e implementación, y evaluación.

**Resultados:** Se preparó al claustro en materia de educación virtual. Se diseñaron estrategias didácticas para la virtualización del proceso de enseñanza-aprendizaje, mediante la aplicación del aula invertida y el aula virtual. En la fase de evaluación se obtuvieron valores altos al calcular los indicadores de promoción y calidad, y se aplicó una encuesta a los estudiantes. Para ambas asignaturas predominaron los valores de alta satisfacción en los criterios de la encuesta, excepto en “Formas de evaluaciones” y “Distribución del tiempo en el aprendizaje”, con mayores valores de satisfacción media.

**Conclusión:** Los resultados obtenidos en el tránsito a la modalidad virtual cumplieron con los objetivos propuestos en el programa de las asignaturas, por lo que fue posible la enseñanza no presencial mediante el aula invertida y el aula virtual.

**Palabras clave:** aula invertida; aula virtual; Técnico Superior en Neurofisiología Clínica; educación médica virtual.

## ABSTRACT

**Introduction:** In medical sciences, there are several pieces of research associated with the virtual modality, especially during the COVID-19 pandemic. However, in the field of clinical neurophysiology, few experiences have been described.

**Objective:** To describe the outcomes of virtually developing the subjects History of Neuroscience and Neurophysiology in Cuba and Introduction to the Methodology of Scientific Research, by means of the inverted classroom and the virtual classroom in the training of higher-degree associates in clinical neurophysiology in Havana.

**Methods:** A descriptive, cross-sectional and nonexperimental study was carried out. The subjects were adapted to the virtual modality by applying a model consisting of four phases: preparation, analysis and design, development and implementation, and evaluation.

**Results:** The faculty was trained in virtual education. Didactic strategies were designed for the virtualization of the teaching-learning process, through the application of the inverted classroom and the virtual classroom. In the evaluation phase, high values were obtained when calculating the promotion and quality indicators, and a student survey was applied. For both subjects, high satisfaction

values predominated in the survey criteria, except for *evaluations forms* and *distribution of time for learning*, with higher values of the medium satisfaction.

**Conclusions:** The outcomes obtained in the transition to the virtual modality complied with the objectives set in the syllabus of the subjects, making possible non-face-to-face teaching by means of the inverted classroom and the virtual classroom.

**Keywords:** inverted classroom; virtual classroom; higher-degree associate in clinical neurophysiology; virtual medical education.

Recibido: 05/12/2022

Aceptado: 11/10/2023

## Introducción

En las últimas décadas, la incorporación de las plataformas digitales en el ámbito educativo contribuyó al desarrollo de la modalidad de enseñanza virtual.<sup>(1)</sup> Con la llegada de la pandemia por COVID-19, esta modalidad educativa alcanzó mayor relevancia en varios países del mundo, para continuar los estudios en instituciones educativas, evitar un aumento en las tasas de deserción y proteger décadas de inversión en educación.<sup>(2,3)</sup>

En el contexto de las ciencias médicas son diversas las investigaciones educativas asociadas al éxito en la implementación de la educación virtual desde la metodología de Aula Invertida (AI) y la modalidad de Aula Virtual (AV); sin embargo, en el campo de la neurofisiología clínica existen pocas experiencias recogidas en la literatura consultada, por lo cual es necesaria la implementación del AI y AV bajo las orientaciones de estudios similares.<sup>(4,5,6,7,8)</sup>

En el caso particular de la formación del técnico superior en neurofisiología clínica (TSNFC) en La Habana, el plan de estudio se concibe en la modalidad presencial y se organiza en tres años académicos con más de 20 asignaturas. A pocos meses de comenzar esta formación por primera vez, y al culminar el primer semestre, se interrumpieron las clases debido a las medidas sanitarias asociada a la COVID-19, lo que imposibilitó iniciar las asignaturas Historia de la Neurociencia y la

Neurofisiología en Cuba (HNNC), e Introducción a la Metodología de la Investigación Científica (IMIC), que comenzaban en el segundo semestre.

Lo anterior motivó la realización de un estudio en el Departamento de docencia del Centro de Neurociencias de Cuba (CNEURO), para la continuidad del programa de formación de TSNFC durante el curso académico 2020-2021. El reto consistió en impartir las asignaturas HNNC e IMIC en modalidad virtual, en las condiciones que imponían las medidas sanitarias adoptadas por la COVID-19, sin que existieran antecedentes en el desarrollo de una actividad docente similar en esta formación.

Por tal motivo, el objetivo del presente artículo fue describir los resultados del desarrollo virtual de las asignaturas Historia de la Neurociencia y la Neurofisiología en Cuba, e Introducción a la Metodología de la Investigación Científica, mediante el aula invertida y el aula virtual en la formación del técnico superior en neurofisiología clínica en La Habana.

## Métodos

Se realizó un estudio descriptivo de corte transversal y no experimental<sup>(9)</sup> durante los meses de enero a junio de 2021. Participaron 18 estudiantes, que representaban el 100 % de la población estudiantil del primer año de TSNFC en ese momento.

Se adecuaron las asignaturas HNNC e IMIC en modalidad virtual, al aplicar un modelo constituido por cuatro fases: preparación, análisis y diseño, desarrollo e implementación y evaluación. Estas fueron una adaptación del modelo de diseño instruccional ADDIE.<sup>(10)</sup>

En la asignatura HNNC se empleó el AI; y en IMIC, el AV, montadas sobre la plataforma Moodle de CNEURO (<https://neuromoodle.cneuro.cu/>), la cual fue utilizada con anterioridad en un contexto diferente.<sup>(6)</sup>

En la fase de evaluación del anterior modelo, se procedió a evaluar el desarrollo de las asignaturas, teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- Indicador de promoción: porcentaje de los aprobados entre la matrícula final.
- Indicador de calidad: porcentaje de las notas 4 y 5 entre la cantidad de aprobados.

- Aplicación de una encuesta de satisfacción.

La encuesta fue confeccionada por los autores del presente artículo y tomó como referencia las aportaciones realizadas en otras investigaciones (cuadro).<sup>(4,5,6,7,8,,11,12)</sup> El instrumento se aplicó de manera voluntaria y anónima a todos los estudiantes. Este se conformó por 11 criterios para ser evaluados en una escala de Likert de cinco valores, los cuales se clasificaron en los siguientes niveles:

- Alta satisfacción, con los valores 4 como “Satisfecho” y 5 “Totalmente satisfecho”.
- Media satisfacción, con el valor 3 como “Medianamente satisfecho”.
- Baja satisfacción, con los valores 1 como “Totalmente insatisfecho” y 2 “Insatisfecho”.

**Cuadro - Criterios que conforman la encuesta según fuentes de referencia**

Criterios	Fuentes de referencia
C1-Dedico más tiempo al estudio desde la distancia que cuando asisto a clases	(5,7)
C2-Aplicación práctica del contenido	(6,11)
C3-Actualización del contenido	
C4-Los materiales diseñados por los profesores me facilitaron el aprendizaje	(4-6,12)
C5-Orientación, interacción y retroalimentación brindada por los profesores	
C6-Ambiente de aprendizaje colaborativo y cooperativo	(6,8)
C7-Diseño atractivo de la asignatura en la plataforma	
C8-Adecuado uso de los canales de comunicación sincrónico y asincrónico	
C9-Formas de evaluaciones	(6,11,12)
C10-Distribución del tiempo en el aprendizaje	
C11-Valoración General	(6,7)

Para determinar la validez de contenido de la encuesta, se aplicó el método por expertos y, en cuanto a su fiabilidad (validez interna), se utilizó la prueba Alpha de Cronbach ( $\alpha$ ).

En la aplicación del método por expertos se identificaron dos Doctores en Ciencias, uno en Educación y otro en Educación Médica. Se calculó el coeficiente de  $\alpha$  y se obtuvo como resultado 0,92, calculado mediante el programa SPSS, lo que apuntó a la confiabilidad y consistencia interna del instrumento.<sup>(13)</sup>

## Resultados

Los resultados que a continuación se presentan corresponden a las cuatro fases del modelo.

### Fase de preparación

Se preparó a los profesores en materia de educación virtual y tecnología educativa. Para ello se impartió un curso de posgrado semipresencial, y se realizaron reuniones metodológicas sincrónicas y asincrónicas con el uso de la plataforma colaborativa Nextcloud implementada en CNEURO (<https://cloud.cneuro.cu>). Nextcloud es una plataforma de código abierto que ofrece diversas herramientas que favorecen el aprendizaje o trabajo colaborativo entre estudiante-estudiante, estudiante-profesor y grupo de estudiantes-profesores.

El curso de posgrado semipresencial se impartió en los tres primeros meses de 2021 y se conformó por dos temas; el primero introdujo los conocimientos básicos sobre el manejo de la plataforma Moodle y el rol del profesor en la educación virtual; y el segundo se centró en el diseño, la gestión y la evaluación de cursos virtuales.

Las reuniones metodológicas ocurrieron de manera simultánea durante la impartición del curso, donde participó el departamento docente de CNEURO. La plataforma Nextcloud se utilizó para compartir los recursos educativos digitales, realizar conferencias en línea, establecer comunicación por vía chat y correo electrónico, y organizar las tareas por cada profesor y su cumplimiento en el calendario.

## Fase de análisis y diseño

Se realizó un levantamiento de las condiciones tecnológicas y de conectividad con las que contaban los estudiantes, donde para algunos el acceso a internet fue una dificultad. Sin embargo, los padres apoyaron en la búsqueda de soluciones que permitieron que los estudiantes pudieran continuar con su formación.

La edad de los estudiantes oscilaba entre 20 y 25 años, considerados en la literatura como nacidos en la era de la tecnología. Estos estudiantes estaban habituados a utilizar la tecnología desde que iniciaron sus estudios, lo que resultó un paso de avance en la rápida asimilación del manejo de la plataforma. No obstante, se elaboraron manuales y videos tutoriales para orientarlos en el uso de Moodle, lo que les permitió mayor dominio e interacción.

## Fase de desarrollo e implementación

La organización del aprendizaje se hizo mediante la metodología de aula invertida en la asignatura HNNC y modalidad de aula virtual en IMIC. Lo anterior fue una decisión colectiva del claustro analizada en las reuniones metodológicas, y estuvo condicionada por los objetivos y las características del contenido de las asignaturas según sus programas de estudio.

Se reajustaron los componentes que conformaban los programas originales de estudios de las asignaturas de manera convencional hacia la modalidad virtual. Esto trajo como consecuencia cambios en el enfoque didáctico y metodológico para conducir el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para ello se tomó como referencia lo aportado por la autora *Vialart*,<sup>(14)</sup> y se diseñaron nuevos recursos y medios de aprendizaje, los cuales fueron:

- Guías de estudio que asumen el diseño propuesto por la modalidad a distancia.<sup>(15)</sup>
- Cápsulas educativas para la asignatura de IMIC y de videoconferencias grabadas para HNNC.
- Espacios sincrónicos y asincrónicos para las aclaraciones de dudas, cambios organizativos y noticias: foro de novedades, foro de dudas y la mensajería interna de la plataforma, un grupo de WhatsApp para cada asignatura, correo electrónico, y telefonía móvil o fija.
- Actividades como el glosario, el cuestionario, la tarea y la wiki.
- La rúbrica para evaluar la trayectoria de los estudiantes, teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- Autorresponsabilidad.
- Cantidad de actividades realizadas, entrega en tiempo y calidad en sus respuestas.
- Aprovechamiento y profundización de los contenidos, al emplear los recursos educativos y otros propios.
- Recomendaciones realizadas a sus compañeros en el desarrollo de los trabajos finales.

Asimismo, en el tránsito a la virtualidad algunos componentes de los programas no sufrieron modificaciones por ser aplicables a cualquier modalidad de estudio; estos resultaron los siguientes:

- Los objetivos generales y específicos.
- Los temas y sus contenidos.
- Los recursos educativos generales como libros, artículos, enlaces de internet e imágenes.
- Las evaluaciones sistemáticas para el cierre de cada tema (evaluación formativa).
- La evaluación final a partir de un trabajo de revisión bibliográfica (evaluación sumativa).

### **Aula Invertida en la asignatura HNNC**

Cada tema de la asignatura se conformaba de una videoconferencia y un foro.

Las videoconferencias abordaban brevemente el descubrimiento del sistema nervioso, y la evolución de la neurología y neurofisiología en el mundo y en Cuba. Posteriormente, los estudiantes debían profundizar en las diferentes técnicas neurofisiológicas e indagar en profesionales e investigadores que hubieran contribuido con su desarrollo desde que se originó la neurociencia en Cuba en 1962.

Los foros contenían 6 hilos de debate, según los equipos conformados por 3 estudiantes, donde se analizaba y se aplicaba el contenido de las videoconferencias a los trabajos finales. En cada foro los equipos eran evaluados mientras avanzaban en la confección de sus trabajos.

Se realizaron entregas parciales del informe de los trabajos finales en el segundo, cuarto y sexto temas, los cuales fueron enviados a la plataforma a través de la



actividad tarea. Los profesores emitían una evaluación con comentarios de retroalimentación basados en los errores cometidos.

### **Aula Virtual en la asignatura IMIC**

Cada tema de la asignatura se conformaba por una cápsula educativa, un cuestionario y una tarea evaluativa.

Se confeccionó un banco de preguntas de test objetivo para diseñar los cuestionarios aleatorios, que evaluaban el conocimiento a nivel reproductivo y de aplicación. Se les facilitó a los estudiantes realizarlo en 2 intentos y obtener la calificación más alta.

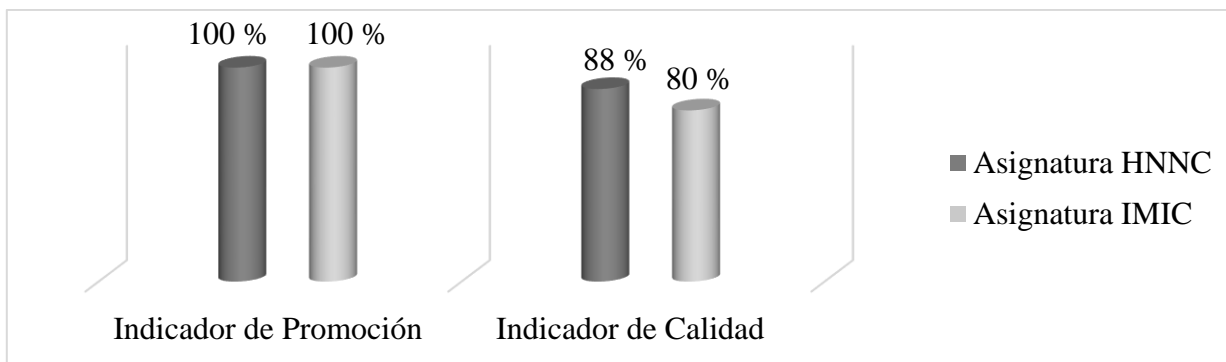
Los estudiantes conformaban sus trabajos finales con la actividad wiki. La temática de los trabajos se vinculó con la COVID-19 desde su perfil como técnicos en la neurofisiología clínica y se organizó por equipos de tres integrantes. Al finalizar, el jefe de equipo organizaba la información del trabajo en un documento y lo enviaba a la plataforma.

Tiene validez destacar que en ambas asignaturas se contó con el apoyo de otros profesores, desde su rol como tutores, para el desarrollo, la revisión y la calidad de los trabajos finales con vista a ser aceptados en la jornada científico-estudiantil.

En ambas asignaturas, los recursos y las actividades evaluativas se montaron sobre la plataforma Moodle de CNEURO, al considerar las orientaciones para el diseño de cursos a distancia propuestas por el Centro Nacional de Educación a Distancia perteneciente a la Universidad de Ciencias Informáticas.<sup>(15)</sup>

### **Fase de evaluación**

En la figura se observa el indicador de promoción con el 100 % en ambas asignaturas, dado que todos los estudiantes las aprobaron. En el indicador de calidad se obtuvieron valores por encima de la media (50 %) y se destacó la asignatura HNNC.



**Fig. -** Resultados de los indicadores de promoción y calidad en las asignaturas HNNC e IMIC.

En la tabla 1 se muestran los resultados al calcular el porcentaje de los criterios de la encuesta en las asignaturas HNNC e IMIC. Para ambas, la mayoría de los criterios tuvieron mayores resultados de “Totalmente satisfecho” en comparación con el resto de los valores de evaluación, excepto en los criterios 9 y 10, que mostraron valores en las evaluaciones de baja satisfacción (“Insatisfecho” y “Totalmente insatisfecho”). Los más altos en “Totalmente satisfecho” estuvieron en 1, 4 y 6; y en “Medianamente satisfecho”, en 9 y 10.

**Tabla 1 -** Porcentaje de los criterios según las evaluaciones de los estudiantes en las asignaturas HNNC e IMIC

Criterios	5 “Totalmente satisfecho”		4 “Satisfecho”		3 “Medianamente satisfecho”		2 “Insatisfecho”		1 “Totalmente insatisfecho”	
	HNNC	IMIC	HNNC	IMIC	HNNC	IMIC	HNNC	IMIC	HNNC	IMIC
C-1	89 %	100 %	6 %	0 %	5 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
C-2	67 %	78 %	22 %	17 %	11 %	5 %	0 %	0 %	0 %	0 %
C-3	44 %	72 %	56 %	28 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
C-4	72 %	89 %	22 %	11 %	6 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
C-5	72 %	67 %	17 %	22 %	11 %	11 %	0 %	0 %	0 %	0 %
C-6	72 %	89 %	17 %	6 %	11 %	5 %	0 %	0 %	0 %	0 %
C-7	67 %	72 %	22 %	22 %	11 %	6 %	0 %	0 %	0 %	0 %

C-8	50 %	61 %	33 %	31 %	17 %	8 %	0 %	0 %	0 %	0 %
C-9	17 %	33 %	22 %	22 %	39 %	28 %	16 %	11 %	6 %	6 %
C-10	17 %	11 %	28 %	28 %	28 %	39 %	17 %	6 %	10 %	16 %
C-11	45 %	50 %	44 %	39 %	11 %	11 %	0 %	0 %	0 %	0 %

## Discusión

El análisis de las respuestas de los estudiantes en los criterios de la encuesta fue comparado con las investigaciones que se tomaron como referencia para su diseño. En ese sentido, estas investigaciones plantean que el uso de la metodología de AI y la modalidad de AV aumenta la frecuencia de estudio en los alumnos, sobre todo durante el período de distanciamiento social por COVID-19.<sup>(4,5,6,7,8,11)</sup> De manera similar ocurrió en el presente estudio, cuando los estudiantes afirmaron haber dedicado más tiempo de estudio desde la distancia que cuando asistían a clases presenciales.

Se destacó que la preparación del claustro fue fundamental para la rápida transición a la enseñanza no presencial, lo que coincidió con la investigación de *Casín* y otros (citado por *Soto* y otros),<sup>(4)</sup> que reafirmó el papel del docente como facilitador y guía del aprendizaje en los entornos virtuales. En ese sentido, se plantea que el profesorado adquiere habilidades digitales cuando aplica un modelo instruccional<sup>(16)</sup> para organizar un curso y desarrolla estrategias didácticas para la virtualización del proceso de enseñanza-aprendizaje.<sup>(4,12,14,17,18)</sup> En las asignaturas, los recursos y medios diseñados por los profesores tuvieron un enfoque constructivista, que enfatizó la figura estudiantil en la construcción de su propio conocimiento, con el propósito de alcanzar mayores niveles de aprendizaje y formación.

En el comienzo de las asignaturas, el aprendizaje en casa se limitó para algunos estudiantes que carecían de conectividad. En la investigación de *Fernández* y otros,<sup>(6)</sup> el acceso a internet también fue una dificultad que influyó en la enseñanza virtual. En el caso de este estudio, el apoyo de la familia resultó fundamental para continuar con la formación de TSNFC, así como la estrecha comunicación con los profesores, que evitaron el abandono escolar en los estudiantes.

Si bien los programas de las asignaturas fueron los mismos (modalidad presencial y modalidad a virtual), su enfoque didáctico y metodológico varió con la implementación de la metodología de AI y la modalidad de AV. Investigaciones

previas describen resultados favorables en el aumento de la participación y el aprendizaje activo del estudiante aplicando la metodología de AI.<sup>(5,7,8)</sup> En la asignatura HNNC, el estudio previo de las videoconferencias les permitió a los estudiantes mejorar su preparación en el autoestudio y tomar las riendas de su propio aprendizaje, al expresar sus ideas en los foros de debate, lo que afianzó el conocimiento a un nivel de profundización superior.<sup>(19)</sup>

Estudios anteriores sobre la implementación del aula virtual explican la importancia del trabajo en equipo y la constante interactividad entre sus pares y los profesores.<sup>(4,6)</sup> *Duszenko* y otros<sup>(8)</sup> detectaron como principal deficiencia la carencia de espacios sociales de comunicación, como consecuencia de la falta de dominio y manejo de tecnologías en los profesores. Por tal motivo, un elemento imprescindible que caracterizó las asignaturas en su modalidad virtual fue la evaluación basada en el trabajo en equipo, al utilizar el foro en HNNC y la wiki en IMIC, que potenció el aprendizaje colaborativo y cooperativo. De igual manera, la constante comunicación de los profesores con los estudiantes, a partir de los diferentes espacios sincrónicos y asincrónicos, fortaleció la interacción, la participación y la motivación.

En la fase de evaluación no se observaron grandes diferencias entre las asignaturas. Para ambas se obtuvieron valores altos en los indicadores de promoción y calidad, los cuales no pudieron compararse con resultados anteriores, pues era la primera vez que se impartían estas asignaturas en dicha formación.

En los resultados de la encuesta predominaron los valores de alta satisfacción en los criterios de la encuesta, excepto los criterios “Formas de evaluaciones” y “Distribución del tiempo en el aprendizaje”, con mayores valores de satisfacción media. En el primero, los autores del presente estudio coinciden con lo analizado por *Luque* y otros,<sup>(20)</sup> cuando plantean que la sobrecarga de evaluaciones puede ser contraproducente y no garantiza un mejor aprendizaje; mientras que en otro estudio recomiendan realizar actividades integradoras y diversificar los tipos de actividades evaluativas.<sup>(21)</sup>

Con relación al criterio “Distribución del tiempo en el aprendizaje”, algunos estudiantes consideraron corto el período de tiempo destinado entre una actividad evaluativa y otra. *León* y otros<sup>(22)</sup> plantean que se debe estimar una valoración lo más ajustada posible del tiempo y esfuerzo que requiere el estudiante para vencer las actividades de aprendizaje planificadas.

Si bien es cierto que los estudiantes dominaron la plataforma con rapidez sin haber experimentado una experiencia previa en la formación en línea, esto no garantiza que estén preparados para estudiar desde el contexto virtual. Se requiere del profesor un plan de acción tutorial que le permita desarrollar acciones en el marco

de una estrategia de organización en las evaluaciones, así como de dinamización y gestión del tiempo, desde el ejercicio de sus funciones organizativa, social, técnica, orientadora y académico-pedagógica.<sup>(23)</sup> No obstante, se reconoce lo difícil que fue asimilar la modalidad virtual en los profesores y estudiantes, pues en ambos casos existía mayor experiencia en la praxis que provee la modalidad presencial.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en el tránsito a la modalidad virtual en las asignaturas Historia de la Neurociencia y la Neurofisiología en Cuba, e Introducción a la Metodología de la Investigación Científica, cumplieron con los objetivos propuestos en sus programas de estudio, lo que posibilitó la enseñanza no presencial con el uso del aula invertida y el aula virtual.

Al aplicar la encuesta a los estudiantes, predominaron los valores en las evaluaciones de alta satisfacción en la mayoría de los criterios, excepto en las “Formas de evaluaciones” y la “Distribución del tiempo en el aprendizaje”, los cuales serán reanalizados en aras de mejorar la calidad de las asignaturas en próximas ediciones.

Los hallazgos obtenidos en la presente investigación podrían no resultar totalmente aplicables en aquellas asignaturas que exigen una formación clínica y tecnológica, por el fuerte contenido práctico que requiere de presencialidad. Sin embargo, es aspiración de los autores diseñar nuevos recursos y medios de aprendizaje en entornos virtuales, como apoyo a la docencia presencial, que garanticen una mejor asimilación del conocimiento y la adquisición de competencias en el estudiante.

## Referencias bibliográficas

1. Gros Salvat B. La evolución del e-learning: del aula virtual a la red. RIED Rev Iberoam Educ a Distancia. 2018 [acceso 10/05/2022];21(2):69-82. Disponible en: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/20577>
2. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. Evitar una generación perdida a causa de la COVID-19; 2020 [acceso 10/05/2022]. Disponible en:

<https://www.unicef.org/media/87156/file/Evitar-una-generacion-perdida-causa-covid-2020.pdf>

3. Tabatabai S. COVID-19 impact and virtual medical education. J Adv Med Educ Prof. 2020 [acceso 16/06/2022];8(3):140-3. Disponible en: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC7395196>

4. Soto YC, García Chávez M, Ángel M, Deler M, Chía González Y. Utilidad del aula virtual en la asignatura Metodología de la Investigación. In: Segundo Congreso Virtual de Ciencias Básicas Biomédicas en Granma, cibamanz 2021; 2021 [acceso 10/05/2022]. Disponible en: <https://cibamanz2021.sld.cu/index.php/cibamanz/cibamanz2021/paper/view/514>

5. Maldonado Calderon MJ, Agudelo Pérez S, Upegui Mojica D, Becerra Uribe N. Aula invertida en Pediatría: percepción de estudiantes de Medicina durante la pandemia de Covid-19. Eur J Heal Res. 2021 [acceso 16/06/2022];7(2):1-9. Disponible en: <https://revistas.uautonoma.cl/index.php/ejhr/article/view/1437>

6. Fernández Alemán MA, Estrada Molina O, Martínez Martínez E, Hernández Hernández BA. Evaluación del desarrollo de la asignatura virtual Fisiología II en la especialidad Neurofisiología Clínica. Educ Méd. Super. 2021 [acceso 13/04/2022];35(3). Disponible en: <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/2951>

7. Carrazoni GS, Lima KR, Alves N, Mello Carpes PB. Report on the online course “Basic Concepts in Neurophysiology”: a course promoted during the COVID-19 pandemic quarantine. Adv Physiol Educ. 2021;45(3):594-8. Disponible en: <https://journals.physiology.org/doi/10.1152/advan.00239.2020>

8. Duszenko M, Fröhlich N, Kaupp A, Garaschuk O. All-digital training course in neurophysiology: lessons learned from the COVID-19 pandemic. BMC Med Educ. 2022 [acceso 20/04/2022];22(3). Disponible en: <https://bmcmmeduc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-021-03062-3>

9. Veiga de Cabo J, de la Fuente Díez E, Zimmermann Verdejo M. Modelos de estudios en investigación aplicada: conceptos y criterios para el diseño. Med Segur Trab (Madr). 2008 [acceso 16/10/2022];54(210):81-8. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0465-546X2008000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2008000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

10. Sotaminga M. Diseño instruccional en sector Salud. RehearsGate. 2019 [acceso 27/10/2022]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/331984037\\_Diseño\\_instruccional\\_en](https://www.researchgate.net/publication/331984037_Diseño_instruccional_en)

sector Salud

11. Estrada Molina O, Fuentes Cancell D, Simón Grass W, Alvarez Morales A. Implementación del aula invertida en la carrera Ingeniería en Bioinformática: Estudio de caso. Rev Cuba Informática Médica. 2020 [acceso 22/04/2022];13(1). Disponible en: <http://www.revinformatica.sld.cu/index.php/rcim/article/view/389>
12. Ruiz Moral R, Sierra Isturiz J, García Miguel MJ, Cerro Á, García de Leonardo C, Turpín Sevilla MdC, *et al.* Opiniones de profesores y alumnos sobre un programa integral online en medicina durante el confinamiento por COVID-19. Educ Médica. 2021 [acceso 16/10/2022];22(4):206-14. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1575181321000176>
13. Oviedo HC, Campo Arias A. Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. Rev Colomb Psiquiatr. 2005 [acceso 16/10/2022];XXXIV(4):572-80. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/806/80634409.pdf>
14. Vialart Vidal MN. Estrategias didácticas para la virtualización del proceso de enseñanza aprendizaje en tiempos de COVID-19. Educ. Méd. Super. 2020 [acceso 15/09/2022];34(3). Disponible en: <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/2594>
15. CENED. Documentos complementarios al Modelo de Educación a Distancia. Centro Nacional de Educación a Distancia. 2017 [acceso 15/04/2022]. Disponible en: <https://aulacened.uci.cu/mod/page/view.php?id=3665>
16. Losada Cárdenas MÁ, Peña Estrada CC. Diseño instruccional: fortalecimiento de las competencias digitales a partir del modelo Addie. RIDE Rev Iberoam para la Investig y el Desarro Educ. 2022 [acceso 16/10/2022];13(25). Disponible en: <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/1309>
17. González-García S, Casadelvalle Pérez I, Octavio Urda M, Fortún Sampayo T, Mezquía de Pedro N, Melón Rodríguez RG. Un reto en tiempos de pandemia para la educación médica en Cuba. Educ. Méd. Super. 2020 [acceso 16/10/2022];34(3):e2457. Disponible en: <http://www.ems.sld.cu/index.php/ems/article/view/2457>
18. Torres Chávez TE, García Martínez A. Reflexiones sobre los materiales didácticos virtuales adaptativos. Rev Cuba Educ. Super. 2019 [acceso 22/11/2022];38(3):1-23. Disponible en: <http://www.rces.uh.cu/index.php/RCES/article/view/301>
19. Tsao Y-P, Yeh W-Y, Hsu T-F, Chow L-H, Chen W-C, Yang Y-Y, *et al.* Implementing a flipped classroom model in an evidence-based medicine

curriculum for pre-clinical medical students: evaluating learning effectiveness through prospective propensity score-matched cohorts. BMC Med Educ. 2022 [acceso 16/10/2022];22(185). Disponible en:

<https://bmcmmededuc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-022-03230-z>

20. Luque Vilca OM, Bolivar Espinoza N, Achahui Ugarte VE, Gallegos Ramos JR. Estrés académico en estudiantes universitarios frente a la educación virtual asociada al COVID-19. Puriq. 2022 [acceso 17/10/2022];4:e200. Disponible en: <https://www.revistas.unah.edu.pe/index.php/puriq/article/view/200/360>

21. Lezcano L, Vilanova G. Instrumentos de evaluación de aprendizaje en entornos virtuales. Perspectiva de estudiantes y aportes de docentes. Inf Científico-Técnicos UNPA. 2017 [acceso 17/10/2022];9(1):1-36. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5919087>

22. León Gómez A, Calderón Garrido D, Gil Fernández R. La organización del tiempo en las enseñanzas on line. In: Gestión del tiempo en educación superior: prácticas de eficiencia y procrastinación. Edicions de la Universitat de Barcelona; 2020 [acceso 17/10/2022]. p. 113-22. Disponible en: <https://reunir.unir.net/handle/123456789/12562>

23. Asín Cala M, Stewart Santos EM, Parra Pérez KM. Importancia del Plan de Acción Tutorial en la Educación a Distancia. Rev Investig , Form y Desarro Generando Product Inst. 2020 [acceso 17/10/2022];8(1):10. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7405726>

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **Contribución de los autores**

*Conceptualización:* Miguel Alejandro Fernández Alemán y Elisa Martínez Martínez.

*Curación de datos:* Miguel Alejandro Fernández Alemán.

*Análisis formal:* Miguel Alejandro Fernández Alemán y Elisa Martínez Martínez.

*Investigación:* Miguel Alejandro Fernández Alemán y Odiel Estrada Molina.

*Metodología:* Miguel Alejandro Fernández Alemán y Odiel Estrada Molina.



*Recursos:* Elisa Martínez Martínez, Lourdes Beatriz Valdés Urrutia, Yunitsy Zulueta Labaceno y Nivaldo Hernandez Mesa.

*Supervisión:* Elisa Martínez Martínez, Lourdes Beatriz Valdés Urrutia, Odiel Estrada Molina y Nivaldo Hernandez Mesa.

*Validación:* Miguel Alejandro Fernández Alemán, Elisa Martínez Martínez y Lourdes Beatriz Valdés Urrutia.

*Visualización:* Miguel Alejandro Fernández Alemán, Elisa Martínez Martínez y Yunitsy Zulueta Labaceno.

*Redacción-borrador original:* Miguel Alejandro Fernández Alemán, Elisa Martínez Martínez, Lourdes Beatriz Valdés Urrutia y Odiel Estrada Molina.

*Redacción-revisión y edición:* Miguel Alejandro Fernández Alemán, Elisa Martínez Martínez y Odiel Estrada Molina.