



Transformación digital de la enseñanza de la Física Médica en Cuba: primeros resultados

Digital transformation of the Cuban medical physics learning: firsts results

Adlin López Díaz^{1*} , Rodolfo Alfonso Laguardia² , Oscar Díaz Rizo² 

¹ Universidad de la Frontera, Centro de Excelencia en Física e Ingeniería en Salud, Departamento de Ciencias Físicas. Temuco, Chile.

² Universidad de la Habana. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: adlinlopez2607@gmail.com

Cómo citar este artículo

López Díaz A, Alfonso Laguardia R, Díaz Rizo O: Transformación digital de la enseñanza de la Física Médica en Cuba: primeros resultados. Rev haban cienc méd [Internet]. 2025 [citado]; 24. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/5777>

Recibido: 30 de septiembre de 2024

Aprobado: 10 de junio de 2025

RESUMEN

Introducción: La enseñanza virtual es una alternativa costo-efectiva; sin embargo, no tenía antecedentes en la enseñanza de la física médica en Cuba, hasta que la COVID-19 impuso el reto de gestionar su introducción.

Objetivo: Evaluar los primeros resultados de la gestión de la transformación digital de la enseñanza de la Física Médica.

Material y Métodos: Se analizó críticamente la estrategia gerencial desplegada para gestionar, institucionalmente, el conocimiento en física médica, y la transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje de presencial a virtual, fomentando el empleo acelerado de las Tecnologías de Información y Comunicación y de la plataforma Moodle, por parte de los profesores y, posteriormente, por parte de los estudiantes. Se analizaron los resultados docentes y las encuestas de calidad de los primeros cursos realizados.

Resultados: Se desarrollaron siete cursos completamente virtuales, cuatro correspondientes a asignaturas de Introducción a la Física Médica del pregrado que se imparte en las especialidades nucleares, y el resto de postgrado. Los cursos fueron sometidos a evaluación integral de calidad, incluyendo encuestas a los estudiantes. Los estudiantes cumplieron los objetivos y evidenciaron los conocimientos adquiridos en las diferentes evaluaciones, demostrando su capacidad de desarrollar habilidades y aplicarlas satisfactoriamente en cada tema. El sistema de evaluación de la calidad de las actividades docentes implementado, mostró resultados satisfactorios y señaló algunos aspectos a mejorar.

Conclusiones: La digitalización de la enseñanza en física médica demostró ser una alternativa eficaz, y constituye una oportunidad a futuro para la gestión y el uso óptimo de recursos.

Palabras Claves:

Gestión del conocimiento, física médica, enseñanza virtual, transformación digital.

ABSTRACT

Introduction: Virtual teaching is a cost-effective alternative, however, it had no precedent in the teaching of Medical Physics in Cuba until the COVID-19 pandemic imposed the challenge of managing its introduction.

Objective: To evaluate the first results of the management of digital transformation in the teaching of Medical Physics.

Material and Methods: The management strategy deployed to manage institutional knowledge of Medical Physics and the transformation of the teaching-learning process from face-to-face to virtual learning, which promoted the accelerated use of Information and Communication Technologies and the Moodle platform by the teachers and, later, by the students was critically analyzed. The teaching results and quality surveys of the first courses were considered.

Results: Seven completely virtual courses were developed, four corresponding to the Introduction to undergraduate Medical Physics subjects taught in nuclear specialties, and postgraduate courses. The courses underwent comprehensive quality evaluation, including comprehensive student surveys. The students fulfilled the objectives and demonstrated the knowledge acquired in the different evaluations, as well as their ability to develop skills and apply them satisfactorily in each topic. The system for evaluating the quality of teaching activities implemented showed satisfactory results and pointed out some aspects to improve.

Conclusions: The digitalization of the teaching of Medical Physics proved to be an effective alternative, and constitutes an opportunity for the management and optimal use of resources.

Keywords:

Knowledge management, Medical Physics, eLearning, digital transformation.



INTRODUCCIÓN

La Educación Superior tiene, como función principal, profesionalizar al individuo teniendo en cuenta el interés social, por lo que es esencial analizar e interpretar la gestión del conocimiento y el desempeño profesional, como fenómenos influenciados por múltiples factores del escenario histórico, bajo condicionantes económicas, profesionales y personales. Esto implica que la gestión del conocimiento y la profesionalización que requiere la sociedad, se funden en una dinámica de constante evolución. La física médica, profesión que se inserta dentro de las ciencias físicas y médicas, demanda el manejo de un escenario complejo para la gestión de conocimientos y de su adaptación continua a los cambios tecnológicos, epidemiológicos, legislativos, entre otros.

Según el reporte del 2019 del Instituto de Física e Ingeniería en Medicina, del Reino Unido, (Institute of Physics and Engineering in Medicine, IPeM por sus siglas en inglés), los profesionales de la salud son el 5 % de la fuerza laboral del sistema de salud, y los físicos médicos y bioingenieros solo el 1 %.⁽¹⁾ Sin embargo, el 80 % de los diagnósticos desarrollados se pueden atribuir al trabajo de éstos últimos.⁽¹⁾ Esto enmarca la importancia de la profesionalización y de la gestión del conocimiento de estos profesionales, como un proceso estructurado, sistemático e integral.

La enseñanza electrónica (conocida por sus siglas en inglés eLearning: electronic learning) es un término que ha evolucionado con el desarrollo y los avances de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) y, actualmente describe la transferencia, sincrónica o asincrónica, de conocimientos a los participantes del aprendizaje empleando las mismas.^(2,3) La enseñanza electrónica o virtual, es parte de los estilos y métodos de gestión del conocimiento modernos en diferentes niveles de formación como: cursos de pregrado, postgrados, diplomados, maestrías e inclusive doctorados. Su desarrollo da paso a la transformación digital de la enseñanza como alternativa costo-efectiva de alto impacto. Esta evolución, que está plagada de escollos, requiere de una gestión tecnológica y de conocimiento adecuados, para su exitoso desarrollo autóctono.

A pesar de que, en nuestro país, la Física Médica poseía un escenario favorable para la educación a distancia, la gestión de conocimientos empleando escenarios virtuales no había sido implementada como modalidad formal, hasta que la COVID-19 impuso el reto de continuar desarrollando la formación en estas áreas clave. Este desafío demandó el desarrollo de un plan estratégico de gestión tecnológica y de conocimientos que concibiera, en varias etapas, la transición de la enseñanza presencial a la virtual, favoreciendo la conversión del conocimiento tácito a explícito (externalización) y del conocimiento explícito a tácito (internalización).

Este trabajo se propuso como **objetivo** evaluar los primeros resultados de la gestión en la transformación digital de la enseñanza de la Física Médica.

MATERIAL Y MÉTODOS

Es un estudio descriptivo, transversal y retrospectivo, que se desarrolló en el Instituto de Tecnologías y Ciencias Aplicadas de la Universidad de la Habana (InSTEC-UH), único centro que lidera la formación de postgrado en Física Médica en el país, con el apoyo de las instituciones docentes de salud.^(4,5) Se analizaron los resultados de los cursos de pregrado y postgrado de los períodos 2020-2021 y 2021-2022, relacionados con esta especialidad, diseñados e implementados en la plataforma Moodle.⁽⁶⁾

Universo:

Todos los estudiantes y profesores implicados en cursos de pregrado y postgrado de Física Médica impartidos en modalidad virtual a través de la plataforma Moodle, en el InSTEC-UH, entre 2020 y 2022. El universo estuvo compuesto por 90 personas: 77 estudiantes y 13 profesores.

Muestra: 98 participantes en los 7 cursos virtuales desarrollados (77 estudiantes, 10 de ellos cursaron más de 3 asignaturas del diplomado, 1 cursó 2) y 13 profesores capacitados para el uso de Moodle, de ellos 6 Titulares, 4 Auxiliares y 3 Asistentes de la especialidad.

Para la introducción y gestión de esta plataforma tecnológica en el escenario de la física médica cubana, se desarrolló una estrategia escalonada de entrenar a los entrenadores, para el aprendizaje profesoral del uso de esta herramienta y sus potencialidades, basado en técnicas de orientación bibliográfica en forma de demo para la auto-preparación, con materiales de video de apoyo, seminarios de diversas funciones concretas y desarrollo de sesiones de trabajo práctico objeto-orientados. Se realizaron ejercicios de asimilación progresiva de diferentes técnicas y herramientas de educación a distancia sobre plataforma libre, con el objetivo de promover su aplicación en la temática y favorecer la utilización de los recursos disponibles de forma óptima.

Una vez concluida esta etapa, los profesores tuvieron las tareas de rediseñar las asignaturas para este entorno virtual, incorporar nuevas actividades y técnicas de educación a distancia, aprovechar los recursos y herramientas que ofrece la plataforma, e interactuar con las múltiples opciones que permiten la interoperabilidad del conocimiento y las propias TICs (ver figura 1).

Se planificaron las materias con las nuevas herramientas a utilizar para gestionar el conocimiento, se rediseñaron las clases prácticas, los laboratorios y ejercicios de evaluación, reformulando la problemática estudiante-profesor y la enseñanza-aprendizaje, a un modelo, en el que el profesor que se convierte en un gestor del conocimiento y el estudiante, eje y protagonista de su propio aprendizaje tácito.⁽⁷⁾

Para evaluar los resultados de la estrategia de gestión y su implementación, se utilizó, primeramente, el análisis de los resultados docentes a través del rendimiento académico de los estudiantes, empleando criterios por actividad y un índice global, se consideró como satisfactorio que, como promedio, los estudiantes superaran el 80 % de los contenidos. Posteriormente, se empleó como herramienta la satisfacción del estudiante a través de una encuesta anónima, una vez concluido cada curso.

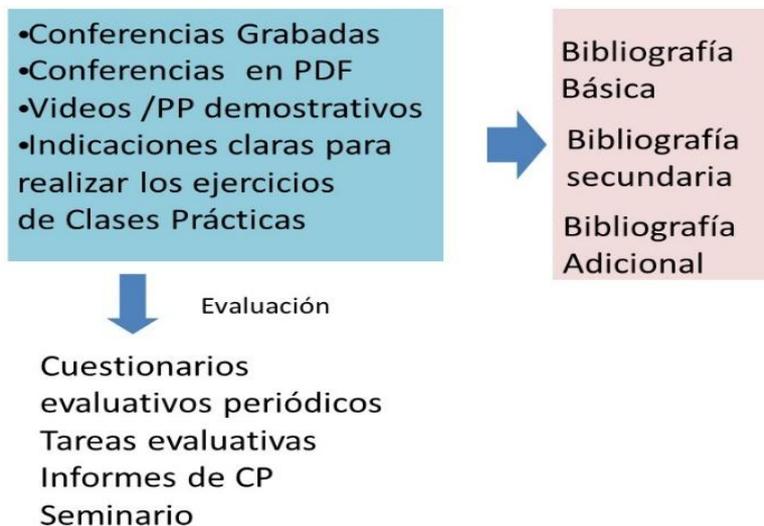


Figura 1: Esquema de la gestión de información en Moodle para lograr el desarrollo de conocimiento, habilidades y competencias (elaborado por los autores).

La encuesta de satisfacción desarrollada se adaptó de la metodología descrita por García.⁽⁸⁾ Esta incluyó preguntas cuantitativas y cualitativas (ver tabla 1).

Tabla 1. Encuesta aplicada a todos los estudiantes (elaborado por los autores)	
Preguntas con criterio cuantitativo	
1.-Valora globalmente los siguientes aspectos del curso recibido, empleando para su valoración la escala de 1 a 5 (1-muy poco, 2-poco, 3-suficiente, 4-abundante y 5-mucho):	
1) ¿Cómo considera que este curso motivó y propició su aprendizaje?	
2) ¿Cómo valora la información que recibió?	
3) ¿Considera que el diseño de los materiales facilitó su aprendizaje y que recordará los contenidos principales?	
4) ¿Considera que el curso cubrió sus expectativas de aprendizaje?	
5) ¿Cómo evalúa la calidad del diseño del curso y sus actividades en función de alcanzar los objetivos propuestos?	
6) ¿Cómo evalúa la calidad y viabilidad de las clases y trabajos prácticos a desarrollar?	
7) ¿Cómo calificaría las actividades evaluativas desarrolladas?	
Preguntas con criterio cualitativo	
2.- ¿Considera que el curso fue beneficioso para usted (y para su institución)?	
3.- ¿Qué aspectos usted considera que se deben o se pueden mejorar?	
4.- Indique otros aspectos que desee señalar sobre el curso, su diseño, sus actividades, los materiales, etc.	

La primera pregunta, compuesta por siete incisos con respuestas cuantitativas sobre los diferentes aspectos de interés entre 1 y 5, en escala creciente según la opinión del estudiante (negativo-positiva), que se potenciaron a 100 puntos como promedio máximo. Las otras tres preguntas fueron cualitativas, buscando las fallas y/o mejoras potenciales que el estudiante pudiera encontrar y sugerir. Los resultados superiores a 3,5 como promedio se consideraron satisfactorios.

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el programa IBM SPSS Statistics 20.⁽⁹⁾ Para comparar el rendimiento académico y los resultados de las encuestas de satisfacción entre los siete cursos se aplicó un ANOVA de un factor, con un nivel de confianza del 95 % y p<0,05 de significación estadística.

La investigación cumplió con los preceptos de la ética y protección de la identidad, todos los estudiantes brindaron su consentimiento para el llenado de la encuesta de calidad. En todo momento se garantizó el anonimato y confidencialidad de estudiantes y profesores.

RESULTADOS

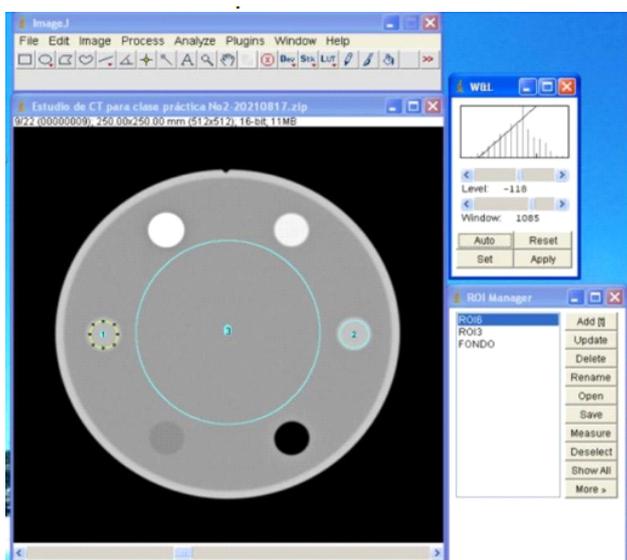
Tras la finalización de la etapa de formación profesoral en las nuevas herramientas y la preparación metodológica correspondiente, los profesores de la especialidad asumieron la preparación de los contenidos de sus materias en la nueva plataforma.

Como resultado se desarrollaron siete cursos completamente virtuales (98 participantes, 77 estudiantes en total), cuatro correspondientes a la asignatura de Introducción a la Física Médica de pregrado (INFM), y el resto de postgrado (Introducción a la Física de la Radiología (FR), Introducción a la Física de la Radioterapia (FRT) y Procesamiento Digital de Imágenes Médicas (PDIM)). Se organizaron los contenidos de forma dinámica, adaptados al tema en concreto y con las herramientas requeridas para el desarrollo de las habilidades esperadas.

En todos los cursos, las actividades prácticas se desarrollaron según lo planificado y los estudiantes mostraron el desarrollo de las habilidades requeridas en cada caso. Los medios de evaluación utilizados fueron mixtos y periódicos, en todos los casos, empleando tareas evaluativas, cuestionarios, seminarios en aula invertida y los informes de clase práctica. La tabla 2 muestra los resultados de la participación en las actividades evaluativas y calificaciones finales de los 7 cursos impartidos, mostrando diferencias no significativas (p=0,19).

Tabla 2. Resultados de la evaluación docente de los participantes en los cursos desarrollados (elaborado por los autores).					
Curso	No. estudiantes	Notas		% actividades	
		promedio	DE	promedio	DE
IFM-1	13	4,1	0,6	93,6	8,4
IFM-2	15	4,1	0,8	93,3	8,5
IFM-3	13	4,2	0,9	92,3	8,6
IFM-4	12	4,1	0,8	94,4	8,2
DFM-RT	12	4,2	0,7	96,9	5,7
DFM-RD	14	4,2	0,7	94	8,3
DFM-PDIM	19	4,1	0,7	97,4	5,2
Total	98	4,1	0,8	94,6	7,6

Los estudiantes vencieron los objetivos y demostraron los conocimientos adquiridos a través de las diferentes evaluaciones; fueron capaces de desarrollar habilidades y rebasar las dificultades que se les presentaron, iniciar su trabajo en este nuevo sistema (observar como ejemplo la figura 2 un ejemplo de informe de clase práctica (CP) que muestra las habilidades de visualizar, procesar y cuantificar imágenes de Tomografía Computada desarrolladas por un estudiante).



2.-Cálculo de la Relación contraste ruido del maniquí de CT

$$RCR = \frac{(VMP_{estructura} - VMP_{fondo})}{\sqrt{\frac{DE^2_{estructura} - DE^2_{fondo}}{2}}}$$

VMP_{estructura}: valor medio de número de CT determinado a partir de una ROI realizada sobre el material.

VMP_{fondo}: valor medio del número de CT hallado a partir de una ROI realizada sobre el medio que rodea la estructura.

DE: Desviación estándar del VMP correspondiente a la ROI llevada a cabo sobre la estructura y su fondo

$$RCR_1 = \frac{123.586 - 0.372}{\sqrt{\frac{3.623^2 - 2.919^2}{2}}} = \frac{123.214}{1.517} = 81.22$$

Figura 2. Imagen de la clase práctica desarrollada por un estudiante en la asignatura PDIM (adaptado por los autores)

Los resultados de la encuesta para evaluar la calidad de cada curso independiente se muestran en la tabla 3, y arrojó resultados cuantitativos promedio de 88/100 puntos. Las preguntas 1.3 y 1.5 obtuvieron el promedio más bajo (77 puntos de 100); las preguntas 1.1, 1.4, 1.6 y 1.7 consiguieron 91 puntos de 100. La pregunta 1.2 mostró un valor de 97 puntos. El nivel de satisfacción de las expectativas del estudiante fue superior al 90 % (pregunta 1.4), correspondiendo a un nivel alto de satisfacción. No existieron diferencias significativas entre los cursos ($p=0,85$).

Tabla 3. Resultados de la evaluación cuantitativa de la encuesta de calidad aplicada en cada caso. Promedio de respuestas por pregunta (P) por curso (elaborado por los autores).								
Curso	P. 1	P. 2	P. 3	P. 4	P. 5	P. 6	P. 7	Promedio curso
IFM-1	92,3	96,9	84,6	93,8	87,7	92,3	92,3	91,4
IFM-2	92,0	98,7	81,3	90,7	82,7	89,3	90,7	89,3
IFM-3	90,8	93,8	73,8	89,2	70,8	90,8	89,2	85,5
IFM-4	90,0	95,0	73,3	91,7	71,7	90,0	91,7	86,2
DFM-RT	88,3	100,0	75,0	88,3	80,0	93,3	90,0	87,9
DFM-RD	90,0	97,1	77,1	91,4	74,3	91,4	90,0	87,3
DFM-PDIM	90,5	97,9	75,8	89,5	74,7	88,4	95,8	87,5
Promedio por pregunta	90,6	97,1	77,3	90,7	77,4	90,8	91,4	87,3

DISCUSIÓN

Esta estrategia de formación profesoral, como parte del proceso de gestión de conocimiento de “entrenar los entrenadores”, concluyó de forma eficaz permitiendo la asimilación de la plataforma y la implementación de su utilización. El diseño versátil y autóctono, contribuyó a la asimilación y comprensión por parte de los profesores, ahora convertidos en aprendices del cambio tecnológico y objetos del nuevo conocimiento organizacional, elementos imprescindibles en la gestión del conocimiento según diferentes autores.^(10,11,12)

Se logró una gestión eficaz del conocimiento para el desarrollo profesional, empleando la planificación estratégica basada en la motivación en interacción con el contexto, el aprendizaje colaborativo, la instauración de una plataforma para atrapar/almacenar/transferir el conocimiento, y la cultura de su empleo; elementos que son ampliamente mencionados en la literatura especializada.^(8,9,10,13) Además, se confirma que esta alternativa virtual tiene propiedades muy favorables, pero deben ser metodológicamente guiadas para su introducción educacional y tecnológica, según la plataforma a utilizar.^(10,14)

La preparación metodológica, actividad usualmente prevista en los manuales y dentro de la estrategia de gestión, cobró vida propia, frente al reto de la introducción tecnológica. Esto evidenció que, la causa fundamental de desarrollo de toda actividad pedagógica de la educación superior, son las contradicciones que surgen, evolucionan y se solucionan en el vínculo con el contexto laboral, como señalan varios autores.^(10,12,15) Apoya también los planteamientos de varios investigadores, quienes afirman que los educadores de todo el mundo, emplean esta plataforma para los currículos universitarios, compartiendo sus experiencias e ideas para enriquecer el aprendizaje, y la apropiación de los diferentes contenidos y materias por los estudiantes, como parte del proceso de gestión de conocimientos en la esfera.^(2,8,10) Sin embargo, la implementación de la gestión del conocimiento bajo otros derroteros no es un proceso simple, especialmente durante la transición, que requiere un tiempo significativamente superior para generar los materiales adecuados, suficientemente-amigables, e incorporarlos a la plataforma, especialmente, si no se tiene una experiencia previa.^(14,16,17) Tabakova afirma que, especialmente en física médica, la preparación para el cambio no es sencilla, pues requiere, además, de una extensa preparación cognitiva previa del profesor: comenzando por reorganizar el syllabus o plan de clases, las formas de presentación y evaluación del conocimiento de ésta temática compleja por excelencia, considerando las características de la plataforma y sus limitaciones en términos de tiempo, espacio, estímulo visual, herramientas que posee el alumno, entre otras.^(18,19)

El éxito de la etapa de preparación, se manifiesta a partir de los indicadores evaluativos de los siete cursos desarrollados, pues ellos constituyen evidencia de la eficacia del proceso de enseñanza-aprendizaje y de la coherencia de los objetivos trazados, los medios y métodos empleados para su desarrollo y las metas alcanzadas. En este caso, se puede señalar que el índice general promedio de todos los cursos superó los 4,08 puntos en todos los casos (4,08 - 4,21 puntos), apuntando al correcto aprovechamiento académico de los mismos, y al cumplimiento de los diferentes objetivos de aprendizaje.

Estos resultados se pueden interpretar como positivos y sólidos, si se compara con los resultados encontrados en una revisión bibliográfica desarrollada por Delungahawatta;⁽²⁰⁾ dónde de 25 estudios sobre el tema, sólo 7 (28 %) encontraron promedios globales inferiores a 3 de 5 puntos en la intervención evaluativa. Wagner-Menghin⁽²¹⁾ encontraron un rendimiento del 81 % como promedio, y el 16 % de sus estudiantes de medicina prefirieron tomar la asignatura de forma virtual, confirmando los resultados similares de otros autores.^(22,23)

Los resultados de las encuestas de calidad, por su parte, arrojan que los materiales elaborados pueden y deben mejorarse, en función de cumplir los diferentes objetivos y su utilidad, pues las preguntas que se relacionan con ellos son las de menor puntuación, de forma global. No obstante, los resultados del diseño de aprendizaje, desde el punto de vista numérico, se pueden valorar de muy satisfactorios. Este resultado remarca el hecho de que, la transición hacia esta forma de gestión del conocimiento no es simple y demanda tiempo.

Múltiples autores señalan que, el desarrollo de herramientas amigables e instructivas, es un trabajo metodológico intenso, que consume tiempo y requiere el desarrollo de habilidades y competencias grandes por parte del instructor, en varios aspectos.^(6,14,16,19,24) Por ejemplo, grabar las clases y transcribir actividades ya previstas en escenario presencial, en general no es suficiente; sino que deben proyectarse hacia un diseño de actividades mucho más amplio y abarcador.

Así mismo, desde el punto de vista integral, se evaluaron los cursos cualitativamente de muy positivos, así como su impacto y pertinencia (pregunta 2). Las mayores fallas encontradas (preguntas 3 y 4) se reportan en la dimensión tecnológica, señalando fundamentalmente: problemas de conectividad, deficiencias de espacio en el Moodle para colocar mayor cantidad de materiales didácticos, capacidad de la red para los chats grupales, entre otros.

Los resultados obtenidos en las encuestas son consistentes con los expresados por autores anteriores;^(3,19,22,23,25) pues los estudiantes muestran, en su mayoría, un elevado grado de satisfacción. Las deficiencias reportadas desde el punto de vista cualitativo, como barreras más importantes dentro de la gestión del conocimiento en este estudio, también tienen antecedentes bibliográficos amplios, especialmente en las que analizan datos globales y/o autores de países en desarrollo.^(14,24,26,27)

La implementación de esta encuesta como medio de evaluación de calidad, aportó elementos para mejorar la gestión de conocimientos en este escenario, brindando herramientas de medida para elevar la percepción de los errores y fallas dentro del proceso, como aseveran también otros autores.^(8,20,24,28,29,30)

Según Tabakova,⁽¹⁸⁾ las primeras experiencias reportadas en física médica se remontan al uso piloto del Moodle en el 2011, en el Reino Unido; y desde entonces se han venido utilizando con éxito por casi 15 años, en diferentes formas de enseñanza virtual. Otros autores aseguran que, este sistema posibilita incrementar la calidad del aprendizaje a partir de una amplia información del estudiante, facilita la gestión de conocimiento y, además, permite un mayor número de estudiantes con acceso al mismo.^(18,19,22,23,24,25,26,27) Hallazgos que coinciden con los obtenidos en la presente experiencia.

CONCLUSIONES

La transformación digital de la enseñanza de la Física Médica en el InSTEC-UH fue efectiva, con alta valoración por parte de los estudiantes. La estrategia permitió convertir conocimientos tácitos en contenidos digitales útiles, fortaleciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje. La evaluación de calidad evidenció logros importantes y aspectos a mejorar para una implementación sostenible y continua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IPEM The Institute of Physics and Engineering in Medicine. Leadership and Management of Medical Physics and Clinical Engineering Services [Internet]. Reino Unido: IPEM; 2021 [Citado 22/04/2024]. Disponible en: <https://www.ipem.ac.uk/media/ex2buxvf/leadership-and-management-of-medical-physics-and-clinical-engineering-services.pdf>
2. Mahdavi Ardestani SF, Adibi S, Golshan A, Sadeghian P. Factors Influencing the Effectiveness of E-Learning in Healthcare: A Fuzzy ANP Study. Healthcare (Basel) [Internet]. 2023 [Citado 22/04/2024];16;11(14):2035. Disponible en: <http://doi.org/10.3390/healthcare11142035>
3. Sweileh WE. Global Research Activity on E-Learning in Health Sciences Education: a Bibliometric Analysis. Medical Science Educator [Internet]. 2021 [Citado 28/03/2024];(31). Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40670-021-01254-6>
4. Alfonso R, López A, Díaz O. La física médica en la ciudad de La Habana. Nucleus Nucleus [Internet]; 2019 [Citado 12/03/2024];(66). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/nuc/n66/2075-5635-nuc-66-52.pdf>
5. Gelen Rudnikas A, Casanova Díaz AO, López Díaz A, Díaz Rizo O, Torres Valle A, Alfonso Laguardia R, et al. Estatus de la formación académica en temas de protección radiológica en el InSTEC-UH: logros y retos. Nucleus [Internet]. 2021 [Citado 12/04/2024];(69). Disponible en: <http://nucleus.cubaenergia.cu/index.php/nucleus/article/view/719>
6. Jeong S, Hwang H. Do we need Moodle in medical education? A review of its impact and utility. Kosin Med J [Internet]. 2023 [Citado 23/07/2024];38(3). Disponible en: <https://www.kosinmedj.org/journal/view.php?number=1256>

7. Turula A, Kurek M, Lewis T, Eds. Telecollaboration and virtual exchange across disciplines: in service of social inclusion and global citizenship [Internet]. Francia: Research-publishing.net; 2019 [Citado 22/12/2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.14705/rpnet.2019.35.9782490057429>
8. García MR, Pérez E, Castillo Y. Indicadores para evaluar la calidad de cursos soportados en la plataforma Moodle. Transformación [Internet]. 2018 [Citado 24/02/2024];1. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/trf/v14n3/2077-2955-trf-14-03-409.pdf>
9. IBM corporation. IBM SPSS Statistics 20 Documentation. Product Documentation. EE UU: IBM; 2016.
10. Warr M, Driskell S, Langran, E, Mouza C, Schmidt-Crawford D. Curriculum design for technology infusion requires a continuous collaborative process. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education. 2023; 23(1):12-24.
11. Villasana LM, Hernández P, Ramírez E. La gestión del conocimiento, pasado, presente y futuro. Una revisión de la literatura. Trascender, Contabilidad y Gestión [Internet]. 2021 [Citado 24/02/2024];6(18): 2448-6388. Disponible en: <https://doi.org//10.36791/tcg.v0i18.128>
12. Rubio JF, Palacios A, Rodríguez IH. El reto de gestionar el conocimiento en la educación superior orientado al desempeño profesional. Retos de la Dirección [Internet]. 2018 [Citado 22/02/2024];12(1). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rdir/v12n1/rdir07118.pdf>
13. Sidharta C, Mousumi S. Knowledge Management: A Tool and Technology for Organizational Success. MPRA Paper [Internet]. 2022 [Citado 22/02/2024];115751. Disponible en: <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/115751/>
14. Zarei S, Mohammadi S. Challenges of higher education related to e-learning in developing countries during COVID-19 spread: a review of the perspectives of students, instructors, policymakers, and ICT experts. Environmental Science and Pollution Research 2022; 29:85562–8.
15. Rubier D. La incidencia de la gestión del conocimiento en el éxito de las organizaciones. Cooperativismo y Desarrollo [Internet]. 2019 [Citado 24/01/2024];7(3). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/cod/v7n3/2310-340X-cod-7-03-392.pdf>
16. Alqahtani AY, Rajkhan AAJES. E-learning critical success factors during the COVID-19 pandemic: a comprehensive analysis of E-learning managerial perspectives. Educ Sci [Internet]. 2020; 10(9):216. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/educsci10090216>
17. Jin Y, Clausen JM, Elkordy A, Greene K, McVey M. Design principles for modeled experiences in technology-infused teacher preparation programs. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education. [Internet]. 2022 [Citado 24/01/2024];23(1). Disponible en: <https://citejournal.org/volume-23/issue-1-23/general/design-principles-for-modeled-experiences-in-technology-infused-teacher-preparation>
18. Tabakova, V. E-learning in medical physics and engineering: building educational modules with Moodle. CRC Press. 2020;13: 978.
19. Tabakova V. E-learning – from first experiences in medical physics and engineering to its role in times of crisis. Health and Technology [Internet]. Philadelphia: Springer; 2020 .Disponible en: <https://doi.org//10.1007/s12553-020-00474-x>
20. Delungahawatta T, Dunne SS, Hyde S, Halpenny L, McGrath D, O'Regan A , et al. Advances in e-learning in undergraduate clinical medicine: a systematic review. BMC Medical Education [Internet]. 2022; 22:711 Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03773-1>
21. Wagner-Menghin M, Szenes V, Scharitzer M, Pokieser P. Designing Virtual Patient Based Self-Study Quizzes Covering Learning Goals. Clinical Diagnostic Sciences For Undergraduate Medical Students - The Radiology Example. GMS J Med. 2020;37(7): Doc91.
22. Thathsarani, H, Ariyananda DK, Jayakody C. How successful the online assessment techniques in distance learning have been, in contributing to academic achievements of management undergraduates?. Educ Inf Technol [Internet]. 2023; 28:14091–115. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11715-7>
23. Heydari M, Mousazadeh Y, Salmani R, Mehraeen E. Assessment of virtual education during the covid-19 pandemic from the perspective of faculty members and students: a cross-sectional descriptive study in northwest Iran. BMC Medical Education [Internet]. 2023; 23:398. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04378-y>
24. Garcia JM, Capilla A. Guía Iberoamericana para la evaluación de la calidad de la educación a distancia [Internet]. Madrid: OEI ;2020 [Citado 16/06/2023]. Disponible en: https://www.oei.org.br/files/954_01062020_guia-de-calidad-iberoamericana-sobre-educacion-a-distancia.pdf
25. Haworth A, Fielding AL, Marsh S, Rowshanfarzad P, Santos A, Metcalfe P, et al. Will COVID-19 change the way we teach medical physics post pandemic?. Physical and Engineering Sciences in Medicine [Internet]. 2020;43:735–8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13246-020-00898-9>

26. Noorbhai H, Ojo TA. mHealth and e-Learning in health sciences curricula: a South African study of health sciences staff perspectives on utilization, constraints and future possibilities. *BMC Med Educ.* 2023;23(1):189.
27. Gama LC, Chipeta GT, Chawinga WD. Electronic learning benefits and challenges in Malawi's higher education: A literature review. *Education and Information Technologies [Internet].* 2022, 27:11201–18. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11060-1>
28. Guidelines for the certification of clinically qualified medical physicists. Austria: IAEA; 2021.
29. Sánchez Vázquez LC, Páez Paredes M, Alea Díaz M del P, Inouye Rodríguez R, Garrido González J. Módulo para la evaluación de estándares de calidad en Moodle. *Rev Cubana Transf Dig [Internet].* 2022 [Citado 17/09/2024];3(4):e180. Disponible en: <https://rctd.uic.cu/rctd/article/view/180>
30. Gutiérrez T, Vizcaíno A, Pérez RA. Knowledge management at Pinar del Río University Language Center. *Avances . [Internet].* 2023 [Citado 24/03/2024];25(2): 256-70 Disponible en: <http://avances.pinar.cu/index.php/publicaciones/article/view/763/2088>

Financiamiento:

El presente estudio no ha recibido financiamiento de instituciones ni de empresas.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses.

Contribución de autoría

Adlin López Díaz: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, metodología, visualización, redacción del borrador original, redacción, revisión y edición.

Rodolfo Alfonso Laguardia: Curación de datos, análisis formal, metodología, visualización, redacción del borrador original, redacción, revisión y edición.

Oscar Díaz Rizo: Curación de datos, redacción del borrador original, redacción, revisión y edición.

Todos los autores participamos en la discusión de los resultados y hemos leído, revisado y aprobado el texto final.