

APRENDIZAJE ACTIVO EN FÍSICA: CÓMO LOS RECURSOS DIGITALES SUPERAN BARRERAS TECNOLÓGICAS Y ENERGÉTICAS

Active learning in physics: How digital resources overcome technological and energy barriers

Aprendizagem ativa em física: como os recursos digitais superam barreiras tecnológicas e energéticas

Marcos Mauricio Sánchez Ferrer *, <https://orcid.org/0009-0001-9706-7425>

José Raúl Morasen Cuevas, <https://orcid.org/0000-0003-2894-396X>

Zucel de Jesús Pérez Ortiz, <https://orcid.org/0000-0001-7977-8226>

Universidad de Oriente, Cuba

*Autor para correspondencia. email msanchezf@uo.edu.cu

Para citar este artículo: Sánchez Ferrer, M. M., Morasen Cuevas, J. R. y Pérez Ortiz, Z. J. (2025). Aprendizaje activo en física: cómo los recursos digitales superan barreras tecnológicas y energéticas. *Maestro y Sociedad*, 22(3), 1942-1947. <https://maestroysociedad.uo.edu.cu>

RESUMEN

Introducción: Este estudio examina el impacto de la incorporación de cursos en línea y recursos visuales en la enseñanza de la física para estudiantes de ingeniería en la Universidad de Oriente, Cuba. **Materiales y métodos:** La metodología empleada combina el aprendizaje activo y basado en competencias, utilizando recursos como simulaciones interactivas y videos didácticos. **Resultados:** Los resultados muestran una mejora significativa en el rendimiento académico, con un incremento en el promedio de calificaciones de 3.04 al 3.81, y en la motivación de los estudiantes hacia la física. Además, los análisis de correlación indican que el acceso a tecnología en casa influye en el rendimiento académico, destacando la necesidad de desarrollar estrategias inclusivas para reducir las disparidades. **Discusión:** Por otro lado, los profesores jóvenes reportaron un aumento en su motivación y compromiso al emplear metodologías activas, lo que también contribuyó a mejorar el entorno de aprendizaje. Sin embargo, la falta de recursos tecnológicos y la inestabilidad del suministro eléctrico plantean desafíos importantes. **Conclusiones:** Este estudio concluye que la integración de recursos digitales y la capacitación docente en su uso pueden transformar la enseñanza de la física en contextos con limitaciones, mejorando el aprendizaje y las competencias críticas de los estudiantes.

Palabras clave: aprendizaje activo, enseñanza de la física, motivación, rendimiento académico.

ABSTRACT

Introduction: This study examines the impact of incorporating online courses and visual resources in physics teaching for engineering students at the Universidad de Oriente, Cuba. **Materials and methods:** The methodology used combines active and competency-based learning, using resources such as interactive simulations and educational videos. **Results:** The results show a significant improvement in academic performance, with an increase in the grade point average from 3.04 to 3.81, and in students' motivation towards physics. Furthermore, correlation analyses indicate that access to technology at home influences academic performance, highlighting the need to develop inclusive strategies to reduce disparities. **Discussion:** On the other hand, young teachers reported an increase in their motivation and engagement when employing active methodologies, which also contributed to improving the learning environment. However, the lack of technological resources and the instability of the electricity supply pose significant challenges. **Conclusions:** This study concludes that the integration of digital resources and teacher training in their use can transform physics teaching in contexts with limitations, improving students' learning and critical competencies.

Keywords: active learning, physics teaching, motivation, academic performance.

RESUMO

Introdução: Este estudo examina o impacto da incorporação de cursos online e recursos visuais no ensino de física para estudantes de engenharia da Universidade de Oriente, Cuba. **Materiais e métodos:** A metodologia utilizada combina aprendizagem ativa e baseada em competências, utilizando recursos como simulações interativas e vídeos educativos.

Resultados: Os resultados mostram uma melhora significativa no desempenho acadêmico, com aumento da média de notas de 3,04 para 3,81, e na motivação dos alunos para a física. Além disso, análises de correlação indicam que o acesso à tecnologia em casa influencia o desempenho acadêmico, destacando a necessidade de desenvolver estratégias inclusivas para reduzir as disparidades. Discussão: Por outro lado, jovens professores relataram um aumento em sua motivação e engajamento ao empregar metodologias ativas, o que também contribuiu para a melhoria do ambiente de aprendizagem. No entanto, a falta de recursos tecnológicos e a instabilidade do fornecimento de energia elétrica representam desafios significativos. Conclusões: Este estudo conclui que a integração de recursos digitais e a formação de professores em seu uso podem transformar o ensino de física em contextos com limitações, melhorando a aprendizagem e as competências críticas dos alunos.

Palavras-chave: aprendizagem ativa, ensino de física, motivação, desempenho acadêmico.

Recibido: 15/4/2025 Aprobado: 2/7/2025

INTRODUCCIÓN

La física desempeña un papel fundamental en la formación de ingenieros, ya que proporciona las bases teóricas necesarias para comprender principios aplicables a diversas disciplinas de la ingeniería. Sin embargo, el contexto educativo actual enfrenta desafíos significativos que exigen una actualización en la enseñanza de esta materia. En un mundo laboral que demanda innovación y adaptabilidad, la implementación de metodologías activas se ha vuelto crucial para mejorar el aprendizaje y preparar a los estudiantes para enfrentar problemas complejos (Kim et al., 2013; Freeman et al., 2014; Capote León et al., 2016; Li et al., 2024). Además, es esencial que los contenidos y métodos de enseñanza se mantengan alineados con los avances científicos y tecnológicos, lo que representa un reto en contextos con recursos limitados.

En Cuba, las dificultades en la enseñanza de la física se ven agravadas por una crisis energética que afecta directamente al sistema educativo. La falta de acceso a recursos básicos, como computadoras y laboratorios virtuales, junto con la inestabilidad eléctrica y fenómenos tropicales, limita el uso de tecnologías educativas esenciales para un aprendizaje enriquecido (Pokhrel, 2024). A esto se suma la obsolescencia de los contenidos y la escasez de tecnologías modernas, lo que obstaculiza aún más la enseñanza de la física.

Una problemática adicional es la presión por aprobar exámenes, que lleva a los estudiantes a priorizar la memorización sobre la comprensión profunda de los conceptos físicos. Esta práctica fomenta una cultura de aprendizaje superficial, comprometiendo la calidad de la educación y reduciendo la motivación e interés por la física (López, 2023). La crisis energética ha intensificado este problema, ya que el acceso inconsistente a la electricidad no solo dificulta el uso de laboratorios, sino que también limita la posibilidad de estudiar en casa, afectando la preparación de los estudiantes como futuros ingenieros.

Como alternativa a estas limitaciones, se han integrado cursos en línea del MIT y simulaciones interactivas de PhET. Estos recursos ofrecen ventajas: (1) contenidos actualizados, (2) interactividad para reforzar la comprensión de conceptos complejos, y (3) flexibilidad para adaptarse a horarios con suministro eléctrico irregular (Dy et al., 2024). El uso de recursos visuales y simulaciones no solo facilita la comprensión de conceptos abstractos, sino que también reduce la ansiedad asociada a la evaluación (Alsalhi et al., 2024). Además, esta modalidad brinda a los estudiantes la posibilidad de adaptar sus horarios de estudio a su disponibilidad, aprovechando momentos con suministro eléctrico, una flexibilidad que no es posible en el entorno tradicional del laboratorio. Esta autonomía no solo mitiga los efectos de los apagones, sino que también empodera a los estudiantes para gestionar su tiempo de manera eficiente, superando las limitaciones de infraestructura y promoviendo una educación de calidad.

Este artículo tiene como objetivo evaluar cómo la integración de recursos digitales y metodologías activas puede transformar la enseñanza de la física en contextos con limitaciones tecnológicas. Para ello, se presenta una revisión de estudios recientes y se aplica un enfoque basado en competencias (Villa & Poblete, 2007; Argudín, 2015), con el fin de mejorar el aprendizaje y las competencias críticas de los estudiantes de ingeniería en la Universidad de Oriente, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente metodología integra cursos en línea del MIT y recursos visuales en la enseñanza de la física, con el objetivo de superar las limitaciones actuales y fomentar un aprendizaje más activo y significativo entre los estudiantes de ingeniería en la Universidad de Oriente. El enfoque de la investigación se fundamenta en un diseño mixto, que combina métodos cuantitativos y cualitativos para obtener una visión integral de

la efectividad de la metodología implementada. Este enfoque permite evaluar no solo el impacto en el rendimiento académico de los estudiantes, sino también sus percepciones y experiencias durante el proceso de aprendizaje (Ponce & Pagán-Maldonado, 2015).

La población de estudio está compuesta por estudiantes de ingeniería matriculados en los cursos de física durante el año académico correspondiente. Se seleccionó una muestra de 240 estudiantes mediante un muestreo intencional, garantizando la inclusión de diversas secciones y niveles de experiencia en la materia. Los criterios de inclusión fueron: (1) estar matriculado en los cursos de física, (2) tener al menos un año de estudio en la carrera de ingeniería, y (3) disponer de acceso a recursos tecnológicos básicos (computadora o dispositivo móvil) para participar en las actividades en línea. Por otro lado, se excluyó a estudiantes que no desearan participar en el estudio o que ya hubieran completado los cursos de física en semestres anteriores. La muestra se distribuyó en 8 períodos de estudio (alrededor de 3 años), atendiendo a 30 estudiantes en cada período, lo que permitió observar la implementación gradual de la metodología y garantizar diversidad en cuanto a nivel de experiencia y acceso a tecnología.

La implementación de los recursos educativos incluyó el acceso a cursos del MIT, como "Physics I: Classical Mechanics" y "Physics II: Electricity and Magnetism", a través de la plataforma MIT OpenCourseWare y PhET Interactive Simulations. Los estudiantes pudieron explorar materiales que incluyen videos, ejercicios prácticos, laboratorios virtuales y evaluaciones. Además, se organizaron clases combinadas que integraron el plan de estudios actual con el material del MIT. Para asegurar la efectividad de la metodología, se realizaron talleres de capacitación para profesores, enfocados en el uso de estos recursos digitales. La formación docente ha demostrado ser clave para mejorar la efectividad de las clases (Guzmán Lazala, 2024).

Para la recolección de datos, se utilizaron instrumentos cuantitativos y cualitativos. Entre los instrumentos cuantitativos, se aplicaron pruebas estandarizadas antes y después de la implementación de la metodología, diseñadas para evaluar el dominio de los conceptos de física. Estas pruebas se desarrollaron siguiendo las recomendaciones del Plan de estudio de la Carrera y del Programa de la Asignatura, garantizando su validez y fiabilidad. Además, se emplearon encuestas de satisfacción a través de Google Forms, que incluyeron escalas Likert para medir la percepción de los estudiantes sobre la metodología y los recursos utilizados. En el ámbito cualitativo, se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con un grupo de estudiantes seleccionados al azar, permitiendo una exploración más profunda de sus experiencias y opiniones sobre el proceso de enseñanza.

El procedimiento del estudio incluyó varias fases. En primer lugar, se capacitó a los profesores involucrados en la implementación de la metodología, asegurando que estuvieran familiarizados con los cursos del MIT y los recursos visuales. Una vez capacitados, se inició la intervención en el aula, integrando los cursos del MIT y los recursos visuales en las clases de física. Durante el semestre, se efectuaron pruebas diagnósticas y encuestas de satisfacción al finalizar el curso. Las entrevistas cualitativas se realizaron al término de las evaluaciones, para recoger las percepciones de los estudiantes sobre la metodología aplicada. El análisis de los datos se realizó mediante técnicas estadísticas para los datos cuantitativos y un análisis de contenido para los datos cualitativos. Esto permitió una interpretación exhaustiva de los resultados obtenidos, identificando áreas de mejora y ajustando la metodología en función de la retroalimentación recibida.

En este estudio, el acceso a la tecnología se definió operacionalmente como la disponibilidad y uso de herramientas tecnológicas que permiten a los estudiantes participar plenamente en actividades educativas. Estas herramientas incluyen dispositivos electrónicos (computadoras, tabletas y teléfonos inteligentes), conexión a internet estable y software educativo (simuladores y plataformas de aprendizaje en línea). Un acceso del 100 % representa un escenario ideal en el que los estudiantes cuentan con todos estos recursos sin limitaciones significativas, mientras que un acceso menor refleja situaciones con limitaciones específicas, como compartir dispositivos o falta de conectividad en zonas rurales. La inclusión de esta variable en el análisis permitió medir la relación entre los niveles de acceso tecnológico y el rendimiento académico de los estudiantes, proporcionando una perspectiva sobre cómo estas condiciones afectan su desempeño.

RESULTADOS

Los resultados en este estudio evidencian una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes tras la integración de cursos en línea del MIT y el uso de recursos visuales en la enseñanza de la física. Esta estrategia ha facilitado una comprensión más profunda de los conceptos físicos y ha generado un cambio positivo en la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje, lo que coincide con estudios previos sobre metodologías activas y recursos interactivos (López, 2023; Capote León et al., 2016).

Rendimiento Académico

La Figura 1 presenta una comparación del rendimiento académico antes y después de la implementación de la metodología. Los resultados reflejaron un incremento en el promedio académico, pasando de 3.04 antes de la intervención a 3.81 después. Este incremento sugiere un avance notable en la comprensión de los conceptos físicos y coincide con hallazgos de investigaciones recientes que indican que el uso de recursos interactivos puede mejorar los resultados académicos (Horna Li, 2023).

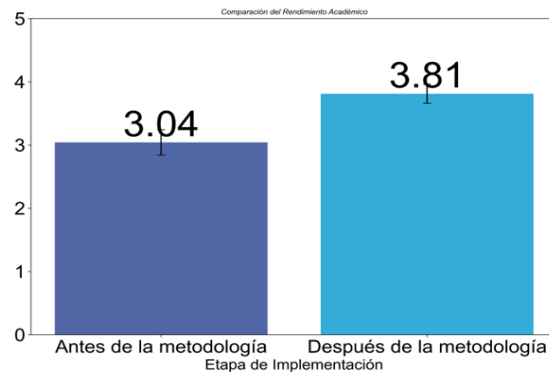


Figura 1 Rendimiento académico pre y post intervención (escala 1-5).

El aumento en las calificaciones promedio respalda la efectividad de estas metodologías, lo que resulta especialmente relevante en entornos con recursos educativos limitados. La posibilidad de interactuar con fenómenos físicos mediante simulaciones y videos ha fomentado estrategias de estudio más activas y colaborativas, esenciales para el desarrollo de competencias críticas en futuros profesionales de la ingeniería (Fernández-Sánchez et al., 2020).

Los resultados obtenidos en la Figura 2 reflejaron las percepciones de los estudiantes respecto al acceso a materiales de estudio, su interés en la física y sus hábitos de estudio fuera del aula. El 89 % de los encuestados indicó tener acceso total a los materiales y el 11 % tiene dificultades para acceder a los nuevos materiales cuando están fuera del aula, principalmente debido a problemas de conectividad y electricidad. Este hallazgo destaca la necesidad de alternativas educativas que no dependan exclusivamente de recursos en línea.

Por otro lado, se observó un incremento significativo en el interés por la física después de la implementación de la metodología, alcanzando un 56 % de estudiantes con alto interés, en comparación con el 32 % antes de la intervención. Este resultado respalda la hipótesis de que los recursos interactivos y visuales pueden incrementar la motivación estudiantil. Además, las encuestas revelaron que muchos estudiantes percibieron que el hecho de que gran parte de los materiales estuvieran en inglés les ayudó a mejorar su conocimiento de este idioma. Este aspecto fue valorado positivamente por los estudiantes, quienes identificaron que dichas habilidades lingüísticas son necesarias para su desarrollo académico y profesional. Finalmente, los datos mostraron que el 38 % de los estudiantes no estudian fuera del turno de clase, lo cual subraya la importancia de fomentar hábitos de autoestudio como parte de su formación integral.

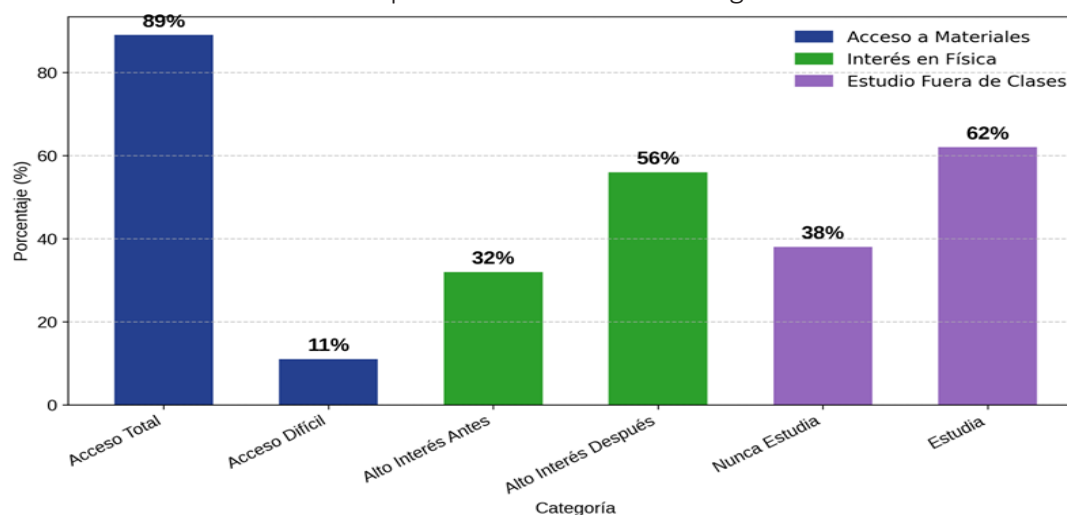


Figura 2 Percepción estudiantil sobre acceso a recursos, interés en física y hábitos de estudio.

Retroalimentación de los Docentes

Los docentes involucrados en el proyecto expresaron percepciones positivas sobre la metodología y su impacto en la enseñanza de la física. En las entrevistas realizadas, el 95 % de los profesores mencionaron que la combinación de los recursos del MIT y las actividades de aprendizaje activo generaron un ambiente de mayor interacción y cuestionamiento crítico entre los estudiantes. Según los docentes, la metodología promovió la curiosidad y facilitó la introducción de conceptos complejos de forma accesible. Sin embargo, algunos también señalaron que las limitaciones de acceso a recursos tecnológicos y la infraestructura de red en ciertas áreas requieren una planificación cuidadosa para garantizar una implementación equitativa.

Desafíos y Oportunidades

A pesar de los resultados positivos, los estudiantes mencionaron algunos desafíos importantes, en particular la superación del déficit tecnológico y la inestabilidad del suministro eléctrico, que continúan siendo barreras significativas para el acceso a los recursos digitales. Sin embargo, afirmaron que, a pesar de estas limitaciones, la experiencia de aprendizaje fue enriquecedora y manifestaron su deseo de continuar utilizando recursos en línea para profundizar en su comprensión de la física.

CONCLUSIONES

Este estudio confirma que la incorporación de cursos en línea del MIT y el uso de recursos visuales en la enseñanza de la física han mejorado significativamente el rendimiento académico y han creado un entorno de aprendizaje más dinámico y motivador para los estudiantes. La transición desde un modelo tradicional centrado en la memorización hacia un enfoque activo y basado en competencias ha fomentado un aprendizaje más profundo y significativo, preparando mejor a los estudiantes para enfrentar los desafíos del mundo laboral actual.

Los resultados evidencian que estas metodologías han permitido superar algunas de las limitaciones derivadas de la escasez de recursos en el sistema educativo cubano, como la falta de acceso a laboratorios y la inestabilidad del suministro eléctrico. Sin embargo, se identificó que los estudiantes con acceso limitado a tecnología enfrentan barreras adicionales, lo que subraya la necesidad de diseñar estrategias inclusivas que reduzcan estas desigualdades y garanticen que todos los estudiantes puedan beneficiarse de los recursos digitales.

La capacitación docente se reveló como un factor clave en la efectividad de la metodología implementada. Los profesores que participaron en talleres de formación mostraron mayor motivación y compromiso, lo que se tradujo en una enseñanza más efectiva y en un mejor ambiente de aprendizaje. Por lo tanto, la formación continua y el acceso a herramientas innovadoras deben considerarse prioritarios para garantizar una educación de calidad.

Como recomendaciones, se sugiere que las instituciones educativas:

- Implementen programas de inclusión digital para reducir la brecha tecnológica entre los estudiantes.
- Amplíen la capacitación docente en metodologías activas y en el uso de recursos digitales.
- Fomenten la creación de materiales educativos que no dependan exclusivamente de conexión a internet, para adaptarse a contextos con infraestructura limitada.

Además, se recomienda realizar estudios futuros que evalúen la sostenibilidad económica de estas metodologías y su aplicación en distintos contextos educativos, tanto en Cuba como en otras regiones con desafíos similares.

En conclusión, el uso de tecnología y metodologías innovadoras representa una oportunidad para transformar la enseñanza de la física en entornos con recursos limitados. La capacidad de adaptación y el aprovechamiento de los recursos digitales serán fundamentales para el futuro de la educación en estos contextos, promoviendo un aprendizaje más equitativo y de calidad.

REFERENCIAS

Alsalhi, N. R., Ismail, A. A. K. H., Alqawasmi, A., Abdelkader, A. F. I., Alqatawneh, S., & Salem, O. (2024). The effect of using PhET interactive simulations on academic achievement of physics students in higher education institutions. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 24(1), 1-15.

- Argudín, Y. (2015). Educación basada en competencias. Ibero Puebla. <http://repositorio.iberopuebla.mx/handle/20.500.11777/521>
- Capote León, G. E., Rizo Rabelo, N., & Bravo López, G. (2016). La formación de ingenieros en la actualidad: Una explicación necesaria. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 21-28.
- Dy, A. U., Lagura, J. C., & Baluyos, G. R. (2024). Using PhET interactive simulations to improve the learners' performance in science. *EduLine: Journal of Education and Learning Innovation*, 4(4), 520-530. <https://doi.org/10.35877/454RI.eduline2981>
- Fernández-Sánchez, L., Maneu, V., Sánchez-Sáez, X., Kutsyr, O., Martínez Gil, N., Noailles, A., Albertos Arranz, H., Ruiz-Pastor, M. J., Company Sirvent, M. Á., Cuenca, N., & Ortuño-Lizarán, I. (2020). Estudio de los efectos de diferentes métodos formativos sobre el rendimiento académico y la motivación en un grupo de alumnos de Óptica y Optometría. Universidad de Alicante. <http://hdl.handle.net/10045/110028>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Guzmán Lazala, T. del C. (2024). Formación docente y desarrollo sostenible: Un compromiso de las instituciones de educación superior. Universidad Iberoamericana. <http://cris.unibe.edu.do/handle/123456789/480>
- HornaLi, L.E. (2023). Rendimiento académico en el entorno virtual de aprendizaje: Una revisión sistemática. *Revista Cubana de Educación Superior*, 19(91), 171-185. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442023000200171&script=sci_arttext&lng=pt
- Kim, K., Sharma, P., Land, S. M., & Furlong, K. P. (2013). Effects of active learning on enhancing student critical thinking in an undergraduate general science course. *Innovative Higher Education*, 38(3), 223-235. <https://doi.org/10.1007/s10755-012-9236-x>
- Li, S., AlZoubi, D., Glaser, N., Mendoza, K. R., Schmidt, M., & Singh, K. P. (2024). Active learning strategies in the technology-enabled classroom: Perspectives of both students and instructors. *Journal of Formative Design in Learning*. <https://doi.org/10.1007/s41686-024-00094-y>
- López, L. S. (2023). El proceso de toma de decisiones como competencia en la formación del ingeniero mecánico. Universidad Federal de Minas Gerais. <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/77908>
- Pokhrel, S. (2024). Digital technologies in physics education: Exploring practices and challenges. *Teacher Education Advancement Network Journal*, 15(1), 1-15.
- Ponce, O. A., & Pagán-Maldonado, N. (2015). Mixed methods research in education: Capturing the complexity of the profession. *International Journal of Educational Excellence*, 1(1), 111-135.
- Villa, A., & Poblete, M. (2007). Aprendizaje basado en competencias: Una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas. Universidad de Navarra. <https://revistas.unav.edu/index.php/estudios-sobre-educacion/article/view/23342>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Declaración de responsabilidad de autoría

Los autores del manuscrito señalado, DECLARAMOS que hemos contribuido directamente a su contenido intelectual, así como a la génesis y análisis de sus datos; por lo cual, estamos en condiciones de hacernos públicamente responsable de él y aceptamos que sus nombres figuren en la lista de autores en el orden indicado. Además, hemos cumplido los requisitos éticos de la publicación mencionada, habiendo consultado la Declaración de Ética y mala praxis en la publicación.

Marcos Mauricio Sánchez Ferrer, José Raúl Morasen Cuevas y Zucel de Jesús Pérez Ortiz: Proceso de revisión de literatura y redacción del artículo.