

37

INTEGRACIÓN DE LAS TICS AL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA

INTEGRATION OF TICS TO THE PROCESS OF TEACHING-LEARNING OF THE MATHEMATICS IN THE ENGINEERING CAREERS

Juan Felipe Medina Mendieta¹

E-mail: jfelipemm@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0508-9783>

Eloy Arteaga Valdés¹

E-mail: earteaga@ucf.edu.cu

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9902-2135>

Ángela Sarría Stuart¹

E-mail: asarria@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8479-7392>

Jorge Luis del Sol Martínez¹

E-mail: jlmartinez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2371-0692>

¹Universidad de Cienfuegos "Carlos Rafael Rodríguez" Cienfuegos. Cuba

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Medina Mendieta, J. F., Arteaga Valdés, E., Sarría Stuart, A., & Del Sol Martínez, J. L. (2022). Integración de las Tics al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática en las carreras de ingeniería. *Revista Conrado*, 18(S3), 317-326.

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo, fundamentar beneficios del uso de una estrategia que adapta y utiliza dos metodologías de enseñanza: STEAM y CORDIS, para lograr una adecuada integración de las TICs al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Disciplina Matemática en carreras de ingeniería, de manera que utilice el enfoque científico interdisciplinar de STEAM con el enfoque humanista CORDIS. Teorías que sirven de sustento a este trabajo, tienen su origen en la psicología sociocultural vigotskyana, el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de esquemas cognitivos y la teoría ausubeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo. La estrategia didáctica fue aplicada a diferentes grupos de ingeniería de la Universidad de Cienfuegos, mientras que en dos grupos de control no fue aplicada. Se utilizaron pruebas de inferencia estadística y estrategias de análisis de conglomerados en la conformación de grupos homogéneos, para contrastar el uso de la estrategia didáctica con la evaluación obtenida por los estudiantes. Los resultados mostraron, que la estrategia didáctica presentó significación estadística con respecto a las evaluaciones obtenidas y que los conglomerados de estudiantes con alto aprovechamiento en el uso de las TIC, presentaron mejores evaluaciones que el resto.

Palabras clave:

TICs, enseñanza-aprendizaje, estrategia didáctica, STEAM, CORDIS

ABSTRACT

This work aims to prove benefits of the use of a didactic strategy that uses two teaching methodologies: STEAM and CORDIS, to achieve an adequate integration of ICT to the teaching-learning process of the Mathematical Discipline in engineering careers, so that use the scientific approach of STEAM with the humanistic CORDIS approach. Theories that serve as the basis for this work have their origin in Vigotskian sociocultural psychology, the Piagetian psychogenetic approach, the theory of cognitive schemes and the ausubelian theory of assimilation and meaningful learning. The didactic strategy was applied to different engineering groups from the University of Cienfuegos, while it was not applied to two control groups. Statistical inference tests and cluster analysis strategies were used in the formation of homogeneous groups to contrast the use of the didactic strategy with the evaluation obtained by the students. The results showed that the didactic strategy presented statistical significance with respect to the evaluations obtained and that the conglomerates of students with high achievement in the use of ICT presented better evaluations than the rest.

Keywords:

TICs, teaching-learning, didactic strategy, STEAM, CORDIS

INTRODUCCIÓN

La integración de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) en la educación, es actualmente un campo que se encuentra en constante estudio y varios autores coinciden en que ha provocado transformaciones profundas en esta área (Díaz-García et al., 2020; Poveda-Pineda & Cifuentes-Medina, 2020). Sin embargo, la discusión sobre la irrupción de las TIC en la educación está siendo abordada, primordialmente, desde un nivel didáctico y no tanto desde un nivel pedagógico, con lo cual se eluden “cuestiones fundamentales que no han sido resueltas y aún deben ser abordadas con mayor profundidad para el proceso de enseñanza-aprendizaje” (Flores, Ortega, & Sánchez, 2021, pp. 39-40) more specifically, in the teaching-learning process. In addition, we ask whether distance education is adequate for the proper development of said process and for the development of student knowledge; as well as if new technologies as a teaching tool are appropriate to the educational paradigm. The global teaching-learning process is limited to the precise moment in which there is an effective transmission of information that originates from a sender (teachers).

La irrupción de la pandemia provocada por el Sars-CoV-2 ha obligado a instituciones educativas a hacer uso de la tecnología como medio para dar continuidad a los procesos docentes, lo cual ha acelerado la incorporación de metodologías y de estrategias docentes para la integración de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero también ha dejado al descubierto los vacíos del tema en sus escenarios de formación y la necesidad de capacitación y actualización de docentes y estudiantes lo cual ha despertado numerosos retos que conllevan a cambios profundos en las tradicionales formas de gestionar el conocimiento (Poveda-Pineda & Cifuentes-Medina, 2020).

La incorporación de las tecnologías en la educación es un proceso que viene de la mano con la digitalización de las sociedades. Para (Prensky, 2010) existen dos grupos de usuarios de la tecnología: nativos digitales e inmigrantes digitales. Los nativos digitales conforman una nueva generación formada por jóvenes que han nacido en un entorno completamente tecnológico, han hecho de las redes un espacio social y al mismo tiempo personal, con formas relevantes de actuación y relación con el mundo (Arruda-Filho, Pompeu, & Assis, 2021). Los inmigrantes digitales se integran al mundo de las TICs, pero conservan habilidades y características propias de su generación. Su inmersión en red no es absoluta, sino parcializada. Los nativos digitales han desarrollado actitudes y expectativas en su interacción natural con las TICs tales como: mayor autonomía y libertad de uso, mayor grado

de interacción, mayor autonomía en la toma de decisión y mayor colaboración y comunicación entre iguales (Arruda-Filho, Pompeu, & Assis, 2021). Desde enfoques pedagógicos es importante estudiar los cambios provocados desde esta perspectiva y se pone de manifiesto la necesidad de tener en consideración el papel que juegan las TIC en las sociedades actuales, así como los beneficios y perjuicios que pueden tener cuando se utilizan en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Algunos beneficios sistematizados en la literatura se encuentran relacionados con: ruptura de barreras espacio-tiempo, organización y almacenamiento de la información, rápido acceso a la información e interacción con esta, fomento del trabajo colaborativo y de interacción social, desarrollo de nuevas formas de comunicación entre los distintos agentes del proceso enseñanza-aprendizaje, cambio de mentalidad en alumnos y docentes, promoción de nuevas concepciones pedagógicas basadas en la construcción, promoción de procesos formativos abiertos y flexibles que mejoran la eficacia educativa y promoción de actividades complementarias de apoyo al aprendizaje y de enseñanza más personalizada (Flores, Ortega & Sánchez, 2021) more specifically, in the teaching-learning process. In addition, we ask whether distance education is adequate for the proper development of said process and for the development of student knowledge; as well as if new technologies as a teaching tool are appropriate to the educational paradigm. The global teaching-learning process is limited to the precise moment in which there is an effective transmission of information that originates from a sender (teachers. El uso de las TICs en la educación tiene funciones que resultan beneficiosas como: informativa, instructiva, motivadora, evaluadora, investigadora, expresiva, metalingüística, lúdica, innovadora y creativa.

Algunas consecuencias adversas asociadas a la integración de las TICs en la educación, sistematizadas en la literatura, son: pueden generar desigualdades potenciales de carácter social, económico y cultural; provocar connotaciones negativas en cuanto a unificar ideas, creencias y visiones; fomentar la aceptación de información sin haberla constatado, analizado y reflexionado, propiciar un deterioro de la calidad de vida de los individuos provocando aislamiento, ansiedad, picos de estrés, excesivo consumismo y trabajo; pueden provocar diálogos demasiado rígidos, desfases respecto a otras actividades, aprendizajes incompletos y superficiales, fomentar el desarrollo de estrategias de mínimo esfuerzo y puede convertirse en un medio disociativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La utilización de la tecnología en ámbitos educativos ha propiciado la aparición de conceptos tales como: Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC). Las TAC consisten en las TICs aplicadas en la educación con el fin de lograr el aprendizaje, de manera que permitan explicar las nuevas posibilidades que abren cuando se transforman de un elemento meramente instrumental en uno más del modelo educativo (Valarezo & Santos, 2019). Las TAC presentan algunas de las siguientes funciones: medio de expresión, fuente abierta de información, instrumento para procesar la información, canal de comunicación presencial, canal de comunicación virtual, medio didáctico, herramienta para la evaluación, diagnóstico y rehabilitación, generador de espacios y nuevos escenarios formativos, suelen resultar motivadoras, pueden facilitar la labor docente, suponen el aprendizaje de nuevos conocimientos y competencias, sirven de instrumento para la gestión administrativa y tutorial y facilitan la comunicación con las familias. Desde el punto de vista educativo se deben aprovechar estas funciones para poder formar a usuarios con competencias en las TICs y, al mismo tiempo, que beneficien la acción formativa. La educación no formal, cobra cada vez mayor importancia y el aprendizaje a lo largo de la vida se hace necesario para la adaptación de los individuos a una realidad cambiante.

Los centros de enseñanza superior, por lo general han sido pioneros en impulsar los cambios que las TAC han supuesto, “ahora son las universidades quienes tienen el reto de liderar los modelos educativos a través de las TICs y promover la formación de nuevas generaciones innovadoras, responsables de atender a las necesidades de la llamada sociedad del conocimiento” (Poveda-Pineda & Cifuentes-Medina, 2020, p. 99). Sin embargo, han ocurrido cambios en cuanto a la incorporación de las TICs relacionado con equipamiento e infraestructura, pero estos han encontrado resistencia a la hora de aplicarse en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Tapia, 2020). No obstante, esta incorporación se ha venido dando con dificultades relacionadas con el objetivo con el que estas herramientas están siendo utilizadas por los principales actores educativos. ... A este respecto, se evidencia que el uso de las tecnologías se desplaza en primer momento hacia el uso instrumental y administrativo ... y en segundo momento, en menor medida, hacia el uso educativo. (Tapia, 2020, p. 30).

Se hace necesario contar con propuestas educativas, orientadas en dotar a los estudiantes de herramientas que permitan construir sus propios conocimientos y llegar a un conocimiento significativo tomando en consideración los cambios provocados por las TICs.

Este trabajo tiene como objetivo profundizar sobre beneficios del uso de una estrategia didáctica que integra y adapta dos metodologías de enseñanza: STEAM y CORDIS, para lograr una adecuada integración de las TIC al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Disciplina Matemática en las carreras de ingeniería, de manera que integre el enfoque científico interdisciplinar de STEAM con el enfoque humanista de la metodología CORDIS para lograr un crecimiento cognitivo y personal en los estudiantes.

Marco teórico

En esta investigación los autores coinciden con la opinión de (Coll, 1996), quien afirma que, aunque existen diferencias entre planteamientos constructivistas en la educación, estos tienen su origen en las teorías psicológicas de referencia inspiradas en las aportaciones de diversas corrientes psicológicas. Destacan: el enfoque psicogenético piagetiano, la teoría de los esquemas cognitivos, la teoría ausubeliana de la asimilación y el aprendizaje significativo, la psicología sociocultural vigotskyana así como algunas teorías instruccionales.

El concepto de aprendizaje significativo es tomado de la teoría de David Ausubel, situado dentro del marco de la psicología constructivista, en la cual el estudiante parte del conocimiento que posee para construir el nuevo conocimiento, de forma que la estructura de los conocimientos previos condicionan los nuevos, mientras que estos nuevos conocimientos, a su vez, modifican y reestructuran los previos en un ciclo enriquecedor (Ausubel, 1977). La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel ofrece un sustento apropiado para el desarrollo de la labor educativa, así como para el diseño de técnicas educativas coherentes con tales principios.

Otras teorías que sirven de sustento y que buscan dar soluciones pedagógicas a la propuesta que se hace de enseñanza-aprendizaje, tienen su origen en el constructivismo de (Piaget, 1991) y el aprendizaje desarrollador desde el Enfoque Histórico Cultural de (Vygotsky, 1980). De la teoría de Vygotsky, se asume con énfasis, el aprendizaje como resultado de la interacción del individuo con el medio. Se promueve la colaboración para la construcción del conocimiento y se reconoce la importancia del trabajo en grupo como fuente de motivación para el aprendizaje donde los estudiantes aprenden de los logros y deficiencias de otros.

La colaboración entre alumnos conduce a potenciar en ellos valores como: respeto, tolerancia, generosidad y resulta un instrumento crucial para la docencia de hoy en día, en la que la diversidad de alumnos y sus conocimientos

está cada vez más presente en las aulas. Una adecuada relación entre motivación y logro académico puede ser potenciada desde conductas relacionadas con el rendimiento y relaciones que se establecen en el aula entre los alumnos, además de aquellas relacionadas, de forma única, con factores cognitivos. Estas interacciones con el medio social cobra gran importancia en el aprendizaje de la Disciplina de Matemática a nivel universitario debido a su carácter práctico.

Las matemáticas surgen de la necesidad del hombre de hacer representaciones de la realidad que le rodea y su enseñanza no debe estar alejada de este escenario. Propuestas que fomenten la representación de conceptos, en los alumnos, mediante trabajo colaborativo en grupo a través de la construcción del conocimiento sobre temas de índole científico resultan beneficiosas. Sin embargo, en la actualidad es común enfocar la enseñanza de las matemáticas desde la aplicabilidad y, el sustento metodológico y didáctico de la misma no es explotado en todo su potencial (Torres & Nodal, 2019).

La enseñanza de la Disciplina Matemática a nivel universitario puede ser enfocada desde el conocimiento empírico, a partir de la observación y la inducción como fuente de conocimiento y el conocimiento teórico a partir de axiomas y conceptos abstractos que alberga esta disciplina. Deben ser tomados en consideración, para llevar a cabo este proceso de enseñanza-aprendizaje, puntos de vista tales como: psicológico, metodológico y epistemológico (Moreno & García, 2009). En este sentido se asume la psicología de aprendizaje constructivista basada en una metodología de instrucción por descubrimiento bajo el contexto del modelo epistemológico constructivista, como estado ideal para llevar a cabo la propuesta de enseñanza-aprendizaje de la Disciplina Matemática a nivel universitario y lograr un aprendizaje significativo en los alumnos. Llegar a este estado ideal es difícil, sin embargo, se pretende abordar el tema de manera que se obtenga una aproximación a este ideal. El factor tiempo, siempre presente, hace necesario agregar nuevos entornos de enseñanza-aprendizaje y utilizar nuevos medios. La motivación de los estudiantes es crucial en cada etapa del proceso.

Las TAC, fundamentadas en bases teóricas como las mencionadas anteriormente, permiten impulsar un aprendizaje constructivista y adaptado a las condiciones actuales. Debido a que vivimos en un mundo globalizado; en la Era de la Información y las comunicaciones, la interacción con el medio social cobra gran importancia para la construcción personal del conocimiento. La manera que es construido el conocimiento vinculado al uso de la tecnología unido al entorno propicia, que tenga lugar esta

construcción, hacen que de manera natural este conocimiento se profundice e incremente durante el desarrollo físico-psicológico del individuo. Esto supone un saber agregado que tienen incorporado los estudiantes, lo cual representa una ventaja y/o fortaleza a ser explotada.

Metodologías de enseñanza-aprendizaje implementadas

Diferentes metodologías de enseñanza-aprendizaje han sido desarrolladas con características propicias para que tenga lugar un aprendizaje significativo bajo un enfoque constructivista. A continuación, se presentan aquellas que sirven de sustento a esta investigación.

Educación STEM. El modelo de educación STEM, del inglés, Science, Technology, Engineering and Mathematics surge a mediados de los años 90, en Estados Unidos, debido a la demanda de profesionales, que se proyectaba en la sociedad, en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática unido al declive paulatino en la actitud de los estudiantes hacia las materias de ciencias y matemáticas. Comienza su implementación en países desarrollados, que vieron la necesidad de fomentar las prácticas y habilidades en el aprendizaje y construcción de modelos enfocados a estas formaciones específicas. Tiene como fin que el alumno pueda aprender contenidos de ciencias y matemáticas de forma continua e integrada, permitiendo desarrollar, en él, competencias demandadas por la sociedad (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021). Para ello este modelo se apoya en el uso de las TICs.

Algunas investigaciones exponen que STEM no se corresponde con un modelo pedagógico, aludiendo que consiste en una serie de políticas y normativas que diferentes naciones han fomentado, aunque, reconocen que pueden ser abordadas desde enfoques pedagógicos. Autores como (Aguilera & Ortiz-Revilla, 2021) lo perciben desde un enfoque pedagógico como un modelo educacional emergente. Dejando a un lado esta discrepancia, su objetivo está orientado a influir en el aprendizaje para fomentar el desarrollo de habilidades en las áreas del conocimiento que integra. Para ello debe provocar de manera intencionada procesos de investigación científica para el aprendizaje conjunto de nuevos conceptos de matemáticas, ciencias y tecnología dentro de un proceso práctico de diseño y resolución de problemas, tal y como se hace en ingeniería en el mundo real.

Debido a la gran cantidad de investigaciones, de corte pedagógico, que despertaron su interés para lograr, desde edades tempranas, una educación STEM, en la primera década del siglo XXI surgen propuestas de implementación de este tipo de enfoque en la educación. A finales de esta década Georgette Yakman acuña el

término STEAM, añadiendo la educación artística al modelo educativo para dotarlo de un mayor peso creativo (Yakman & Lee, 2012), que propone un modelo concreto de aprendizaje, incluyendo la creatividad, dando lugar al modelo STEAM, del inglés, Science, Technology, Engineering, Mathematics and Art. Con este modelo se consigue complementar los procesos del aprendizaje, abriendo las puertas a la creatividad y potenciando el pensamiento libre y crítico no abordado en profundidad por STEM.

Educación STEAM. El término STEAM corresponde con un modelo de aprendizaje interactivo y constructivista, basándose en el trabajo colaborativo y el desarrollo de proyectos (Santillán, Jaramillo, & Santos, 2020). La educación STEAM es un paradigma general de aprendizaje, que fomenta el aprendizaje a lo largo de la vida mediante una educación práctica y realista. Consiste en una metodología que unifica diferentes enfoques (Ruiz, 2017), mediante un modelo interdisciplinar, con énfasis en la transferencia de los contenidos entre las disciplinas. El docente tiene un rol de guía en el proceso de enseñanza-aprendizaje; debe contar con adecuada preparación en el uso de implementación, desde el punto de vista pedagógico, de los avances tanto en ciencia como en tecnología y debe crear ambientes de aprendizaje que fomenten la comunicación (Ruiz, 2017).

La educación STEAM abarca varias disciplinas, pero no hace énfasis en una en específico. Centra su importancia en la transferencia de los contenidos entre las materias de manera que aborda la complejidad de un problema, para su resolución, a través de la integración de las diferentes áreas del conocimiento para responder a los desafíos de los problemas reales de la vida cotidiana (Santillán, Jaramillo, & Santos, 2020).

STEAM es potenciada con las TAC en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Las nuevas actividades que permiten la incorporación de las TIC en las aulas han de ser diseñadas de manera que se logre el dominio de la disciplina que se enseña de manera interactiva y dinámica, tal y como establece el paradigma constructivista (Santillán, Jaramillo, & Santos, 2020).

El Sistema Metodológico CORDIS y Movimiento Fe y Alegría. Fe y Alegría consiste, en un movimiento social, surgido en América Latina en la década de los 80 que establece su marco de acción en el terreno de la educación popular, con el objetivo de transformar las estructuras que en la sociedad generan empobrecimiento, injusticia y exclusión (Calderón et al., 2016; Quispe, 2020). Su acción educativa se encuentra centrada en el diálogo entre política, economía, cultura, arte y educación, en un

proceso de reflexión permanente de nuevas alternativas, orientado a la transformación de las estructuras sociales (Calderón et al., 2016).

La transformación social que propone, desde la perspectiva educativa, se encuentra sustentada en los siguientes pilares (Calderón et al., 2016): ético, epistemológico, pedagógico-metodológico y político.

La transformación social que propone, desde la perspectiva educativa, se encuentra sustentada en los siguientes pilares (Calderón et al., 2016): ético, epistemológico, pedagógico-metodológico y político.

Asumiendo el contexto como punto de partida y la transformación de la sociedad, por medio de la educación, como punto de llegada, Fe y Alegría cuenta con un sistema metodológico propio: CORDIS. En la metodología CORDIS todos los elementos guardan relación entre sí y son complementarios dialógicamente. Estos son:

- Contextualización (CO). Busca un acercamiento a la realidad, no solo para comprenderla sino para ver desde la mirada del otro y, por lo tanto, apropiarse de la misma.
- Revalorización de saberes y experiencias (R). Principio que parte de la concepción de que cada sujeto posee un saber inherente resultado de sus experiencias y aprendizajes y que puede aportar estos conocimientos en el proceso educativo. Implica el reconocimiento del otro como individuo y su reivindicación, lejos de perspectivas colonialistas. Para revalorizar el saber es necesario mirar desde la perspectiva del otro (contextualización), asumir que los estudiantes tienen una manera de observar desde su condición y experiencias con el medio. “Por supuesto, no es solo de reconocer que existe un saber inherente en los sujetos, sino de darle valor a los mismos, y por lo tanto, considerarlos en los diferentes procesos educativos” (Calderón et al., 2016, p. 101)
- Diálogo de saberes (D). La contextualización (que expresa el, yo aquí) y la revalorización de saberes (que expresa el, tú aquí) requieren de la reflexión de los sujetos para construir conocimiento. Esto se complementa con la promoción del diálogo, mediante el cruce de saberes y experiencias que existen en los mismos. El diálogo de saberes permite llevar a la práctica la educación democrática, desde la perspectiva de la pedagogía de la autonomía.
- Innovación transformadora (I). El diálogo de saberes abre el camino para la conformación del nuevo conocimiento. Este debe ser construido de manera novedosa, explotando la creatividad y la inventiva en las respuestas que se pueden ofrecer. Se parte del principio de que existe una educación que transforma cuando innova. En este sentido se hace un llamado hacia la

innovación en la construcción del conocimiento hacia nuevos terrenos que necesitan de experiencias educativas significativas como el caso del mundo tecnológico (Calderón et al., 2016).

- Sistematización y socialización (S). La innovación en la construcción del conocimiento que permiten la transformación no debe quedarse encerrado en el ámbito del entorno educativo. Debe ponerse a disposición de la comunidad y la sociedad en general, para su crítica y utilización. (Calderón et al., 2016)

En esta investigación se conforma una estrategia didáctica para la integración de las TICs al proceso de enseñanza-aprendizaje de la Disciplina Matemática en las carreras de ingeniería, de manera que se logre un aprendizaje significativo en la misma. De la metodología STEAM se comparte el objetivo de lograr aprendizajes significativos en las áreas que esta potencia, puntualizando que debe partir de una contextualización del medio y caracterización de los integrantes del sistema educativo. En este sentido defiende que STEAM es aplicable aún en países y/o ambientes educativos sin un gran desarrollo tecnológico e industrial y coincide con las posibilidades que brinda la tecnología actual para llevar a cabo esta metodología en diferentes contextos. De la metodología CORDIS se asume su marco teórico y enfoque en el individuo. No centra el interés de transformaciones debido a desigualdades sociales; lo reorienta a transformaciones debido a la necesidad de cambios educativos en los contextos actuales. Se comparte el enfoque de formar personas preparadas para la vida e integrales de manera general (Calderón et al., 2016), sin embargo, generaliza este enfoque hacia, formar un individuo integral con competencias en áreas de ciencia y tecnología que serán demandadas por la sociedad. Asume los cinco pasos de la metodología, puesto que defiende que posibilitan un enfoque constructivista en el aprendizaje. Para ello deben ser adaptados al nuevo contexto, por ejemplo: se puede lograr la motivación de los estudiantes desde la revalorización de saberes (Calderón et al., 2016) teniendo en consideración los conocimientos que tienen los estudiantes en el uso de las TIC como base para generar su aprendizaje.

STEAM y CORDIS son asumidas y adaptadas en esta investigación de manera que se integre el enfoque científico interdisciplinar de STEAM para la construcción de conocimientos y competencias en las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas con el enfoque humanista de la metodología CORDIS para lograr un crecimiento personal en los estudiantes en correspondencia con el cognitivo. El contexto permeado por la tecnología y el conocimiento que poseen los estudiantes en el uso de

las TIC, brinda oportunidades para el desarrollo de esta estrategia didáctica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudió la aplicación de la estrategia didáctica en 6 grupos de ingeniería de la Universidad de Cienfuegos en la asignatura que trata los contenidos de Matemática Numérica en diferentes semestres desde el año 2014 al 2020. En cuatro grupos se implementó la estrategia didáctica y en dos no se implementó para utilizarlos como grupos de control. Se estudiaron dos grupos de Ingeniería Industrial: cursos 2014-2015 con 25 estudiantes que representa el 18,12% del total y 2015-2016 con 26 estudiantes que representa el 18,84% del total; dos de Ingeniería Informática: cursos 2015-2016 con 16 estudiantes que representa el 11,59% del total y 2016-2017 con 21 estudiantes que representa el 15,22% del total y dos de Ingeniería Química: cursos 2016-2017 con 31 estudiantes que representa el 22,46% del total y 2019-2020 con 19 estudiantes que representa el 13,77% del total. Los grupos de control seleccionados aleatoriamente fueron: el grupo de Ingeniería Industrial curso 2015-2016 y el grupo Ingeniería Informática del curso 2016-2017. En total se estudiaron 138 estudiantes, de ellos en 91 se implementó la estrategia didáctica lo cual representan un 65,94% del total y 47 estudiantes se encuentran en los dos grupos de control lo cual representa un 34,06% del total.

Con el fin de evitar sesgos se buscó controlar la mayor cantidad de variables posibles que pueden intervenir en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje y estudiar aquellas deseadas. En este sentido se escogieron aquellos grupos donde se impartió la asignatura por el mismo profesor y el estudio fue realizado por los mismos investigadores. Aunque se estudiaron grupos de tres carreras distintas la asignatura estudiada en cada uno de ellos comprendió los mismos contenidos de Matemática Numérica, aunque variaran los nombres de estas asignaturas según la carrera: Matemática IV para las especialidades de Ingeniería Informática e Ingeniería Industrial y Métodos Numéricos para la especialidad de Ingeniería Química. Algunos contenidos que presentaron diferencias entre asignaturas no fueron incluidos en el estudio. El sistema de evaluación fue el mismo en cada grupo estudiado y los instrumentos utilizados para realizar las mediciones del estudio fue el mismo en cada grupo de ingeniería se haya o no aplicada la estrategia didáctica. La naturaleza de la investigación pone de manifiesto que las mediciones realizadas en el experimento garanticen el cumplimiento de supuestos de aleatoriedad e independencia en los datos, para las pruebas estadísticas utilizadas.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el asistente estadístico y lenguaje de programación R en la versión 3.6.1 (2019-07-05). Se contrastaron los resultados promediados en evaluaciones de: laboratorio integrador, proyecto de asignatura, y nota final de la asignatura; obtenidos por cada estudiante en cada uno de los grupos utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis mediante la instrucción `kruskal.test` del paquete `stats`. Se utilizó la prueba de comparación de múltiples de rango Dunn con el ajuste del pvalue Bonferroni mediante la instrucción `posthoc.kruskal.dunn.test` del paquete `PMCMR`.

Se diseñó un instrumento para diagnosticar el conocimiento que tenían los estudiantes en el uso de las TIC en función de resolver problemas que estuvieran relacionados con los contenidos de Matemática Numérica (dimensión: Diagnóstico en el uso de las TAC). Se diseñó otro instrumento para medir el uso de las TIC por parte de los estudiantes en el desarrollo de las actividades docentes, sobre todo en actividades prácticas y actividades de laboratorio (dimensión: Explotación de las TAC). Se diseñó un tercer instrumento para medir la motivación y el nivel de satisfacción de los estudiantes al integrar las TIC en el proceso de aprendizaje de los contenidos de Matemática Numérica (dimensión: Motivación y satisfacción en el uso de las TAC).

Con las mediciones realizadas con cada instrumento diseñado en cada una de las tres dimensiones definidas, se realizó un análisis de cluster con el fin de agrupar cada estudiante según los pesos obtenidos en cada una de las dimensiones. Para estudiar la tendencia de los datos se utilizó la instrucción `hopkins` del paquete `clustertend`. Para el análisis del número óptimo de cluster se utilizó el paquete `NbClust` mediante el análisis de varios índices implementados. Para la conformación de los clusters se calculó la correlación para diferentes métodos de agrupamiento y distancias mediante las instrucciones `dist` y `cor` del paquete `stats`. Para la conformación de los clusters se utilizó la instrucción `hclust` del paquete `stats`. Para probar la significación de cada uno de los clusters obtenidos se utilizó la instrucción `pvclust` del paquete `pvclust` que utiliza técnicas de resampling para un tamaño de sampling de 1000.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al aplicar la prueba de Kruskal-Wallis, tabla 1, se obtuvo un pvalue menor que 0,05 lo cual pone de manifiesto que existe evidencia estadística para concluir que hay diferencias en relación a las evaluaciones obtenidas por los estudiantes, en al menos un grupo con respecto al resto.

Tabla 1. Prueba de Kruskal-Wallis sobre las evaluaciones de cada grupo de ingeniería estudiado.

Kruskal-Wallis	
chi-squared	92,092
df	5
p-value	<

Aplicando la prueba de comparación de múltiples rangos Dunn utilizando el ajuste del pvalue Bonferroni, se obtienen los pvalues de cada combinación de grupos de ingeniería tomados dos a dos, tabla 2. En esta tabla se pone de manifiesto la conformación de dos clases bien definidas, las cuáles han quedado conformadas de acuerdo a los resultados obtenidos tabla 3.

Tabla 2. Significación de la comparación de rangos tomados dos a dos. Prueba Dunn con el ajuste del pvalue Bonferroni

Pairwise comparisons using Dunn's-test for multiple comparisons of independent samples.					
	IND14	IND15	INF15	INF16	IQ16
IND15		-	-	-	-
INF15	1,0		-	-	-
INF16		1,0		-	-
IQ16	1,0		1,0		-
IQ19	1,0		1,0		1,0

En la tabla 3 se expone, de manera resumida, la pertenencia de cada grupo de ingeniería a las clases conformadas según la tabla 2 y otros estadísticos. Se han conformado dos clases: A y B. La clase A se encuentra integrada por los cuatro grupos de ingeniería en los cuáles se aplicó la estrategia didáctica y estos no presentan diferencias significativas entre las evaluaciones de sus estudiantes. La clase B se encuentra conformada por los dos grupos donde no se aplicó la propuesta y de igual forma no presenta diferencias significativas entre las evaluaciones de los estudiantes que lo integran. Se destaca que los resultados obtenidos en los grupos de ingeniería que conforman la clase A son estadísticamente superiores a los obtenidos por los que conforman la clase B, Figura 1.

Tabla 3. Conformación de clases al aplicar la prueba Dunn con el ajuste del pvalue Bonferroni

Grupo de Ingeniería	Total de estudiantes	Media de rango	Clases	Media de valores	CV de valores (%)
IND14	25	90,00	A	4,12	12,77
IND15	26	26,65	B	2,92	16,54
INF15	16	93,38	A	4,19	12,99

INF16	21	33,00	B	3,10	14,10
IQ16	31	88,50	A	4,06	6,14
IQ19	19	90,39	A	4,11	7,68

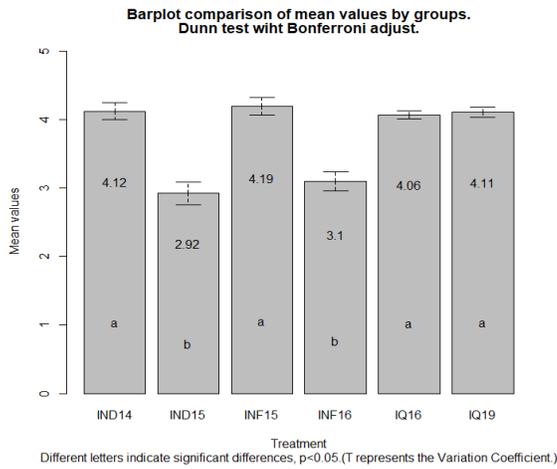


Figura 1. Media por grupos de ingeniería aplicando el método de comparación de múltiple rango de Dunn con el ajuste del pvalue Bonferroni

Los pesos medidos de haber aplicado los instrumentos diseñados en cada una de las dimensiones declaradas, sobre cada uno de los 138 estudiante que componen la muestra, fueron procesados mediante un análisis de cluster. El estadístico de Hopkins igual a 0,32 muestra una tendencia en los datos que favorecen la conformación de clusters. La Figura 2 muestra la frecuencia de coincidencia de diferentes valores del número óptimo de cluster k ante el análisis de diferentes índices que se encuentran referenciados en el paquete NbClust de R. En este caso el número óptimo de cluster a utilizar fue de dos.

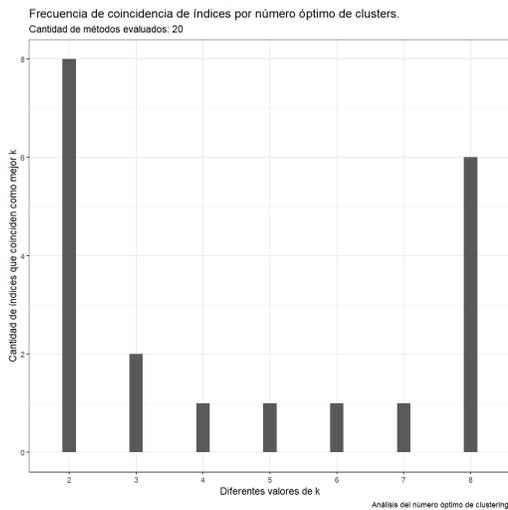


Figura 2. Número óptimo de clusters.

Para la conformación de los cluster se obtuvo como combinación de método de agrupación y cálculo de distancia de mayor correlación: average y euclidean respectivamente. La Figura 3 muestra la conformación de cada uno de los clusters.

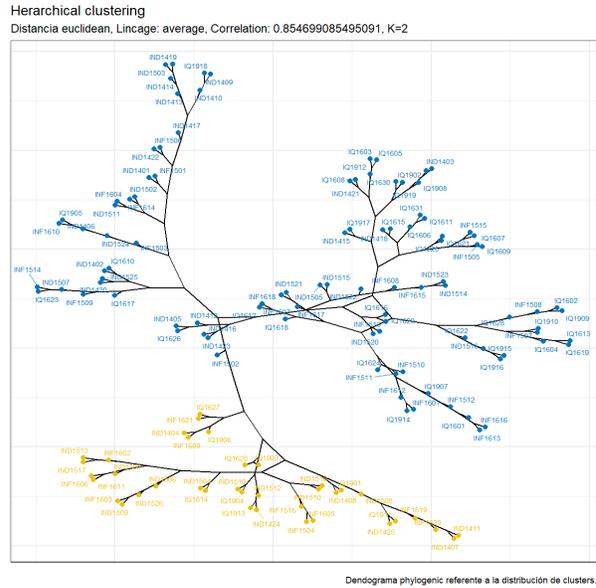


Figura 3. Conformación de clusters según pesos de cada dimensión implementada.

La Figura 4 muestra la significación de ambos clusters obtenidos con valores de pvalue para AU (Approximately Unbiased) superiores a 5%, 0,92 y 0,86 respectivamente lo cual pone de manifiesto la validez de los clusters obtenidos.

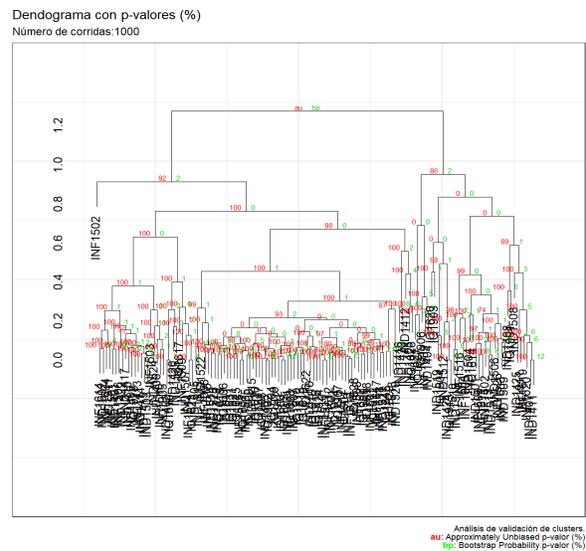


Figura 4. Significación de los clusters obtenido mediante resampling para un tamaño de 1000.

Del análisis de cluster obtenido, se tiene que de 91 estudiantes sobre los que se aplicó la estrategia didáctica, 70 (76,92%) fueron agrupados en el mismo clusters (se nombrará como cluster 1) según los pesos medidos en las dimensiones: diagnóstico, explotación y motivación-satisfacción en el uso de las TIC al aplicar los instrumentos. Esto pone de manifiesto que la aplicación de la estrategia didáctica tuvo impacto en la perspectiva de los estudiantes en cada una de esas dimensiones. Finalmente, el promedio de los resultados de los estudiantes agrupados según sus pesos en el cluster 1 fue de 3,98 mientras que el promedio de aquellos estudiantes que quedaron agrupados en el otro cluster fue de 3,21. Se pone de manifiesto que los estudiantes con alto aprovechamiento en el uso de las TIC presentaron mejores evaluaciones que el resto.

CONCLUSIONES

Desde enfoques pedagógicos es importante estudiar los cambios provocados por la irrupción de las TIC en la sociedad y en consecuencia en la educación. Los centros de enseñanza superior, por lo general han sido pioneros en impulsar estos los cambios. Se hace necesario contar con propuestas educativas, orientadas en dotar a los estudiantes de herramientas que permitan construir sus propios conocimientos y llegar a un conocimiento significativo tomando en consideración estos cambios.

La enseñanza de la Disciplina Matemática a nivel universitario puede ser enfocada desde el conocimiento empírico, a partir de la observación y la inducción y el conocimiento teórico a partir de axiomas y conceptos abstractos que alberga esta disciplina. Deben ser tomados en consideración, puntos de vista tales como: psicológico, metodológico y epistemológico. La aplicación de las TIC en la enseñanza de la Disciplina Matemática, posibilita impulsar un aprendizaje constructivista y democrático. La manera que es construido el conocimiento vinculado al uso de la tecnología unido al entorno propicio para que tenga lugar esta construcción hacen que, de manera natural, este conocimiento se profundice e incrementa durante el desarrollo físico-psicológico del individuo.

Diferentes metodologías de enseñanza-aprendizaje han sido desarrollados con características propicias para que tenga lugar un aprendizaje significativo bajo un enfoque constructivista. Destacan en esta investigación la metodología STEAM y CORDIS de manera que se combinan ambas. Se toma de la metodología STEAM su enfoque moderno y contextualizado de solución de problemáticas de la vida real en áreas de la ciencia, la ingeniería, la matemática y la tecnología y de adapta al contexto de países sin un gran desarrollo tecnológico e industrial. De

la metodología CORDIS se asume su marco teórico y enfoque hacia el reconocimiento del individuo.

Los resultados obtenidos en esta investigación ponen de manifiesto que la estrategia didáctica diseñada con el fin de integrar y explotar las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Disciplina Matemática en carreras de ingeniería tiene influencia en los resultados que obtienen los estudiantes y logra transformaciones en ellos que los prepara como futuros profesionales y en el uso y explotación de las TIC.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM Education and Student Creativity: A Systematic Literature Review. *Education Sciences*, *11*(7), 331-343. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Arruda Filho, E. J. M., Pompeu Gammarano, I., de J. L., & Assis Barreto, I. (2021). Technology-driven consumption: Digital natives and immigrants in the context of multifunctional convergence. *Journal of Strategic Marketing*, *29*(3), 181-205. <https://doi.org/10.1080/0965254X.2019.1656278>
- Ausubel, D. P. (1977). The facilitation of meaningful verbal learning in the classroom. *Educational psychologist*, *12*(2), 162-178. <https://doi.org/10.1080/00461527709529171>
- Calderón, M., Villegas, M., Baque, M., Capelo, K., Cedeño, G., García, B., Gavilanes, D., Jiménez, J., Palop, V., Pazmiño, B., Pinchevsky, I., Vallejo, T., Vargas, C., & Paredes, Á. (2016). *Horizonte Pedagógico Pastoral Fe y Alegría Ecuador*. Fe y Alegría.
- Coll Salvador, C. (1996). Constructivismo y educación escolar: Ni hablamos siempre de los mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica. *Anuario de psicología/The UB Journal of psychology*, *69*, 153-178.
- Díaz-García, I., Almerich Cerveró, G., Suárez-Rodríguez, J., & Orellana Alonso, N. (2020). La relación entre las competencias TIC, el uso de las TIC y los enfoques de aprendizaje en alumnado universitario de educación. *Revista de Investigación Educativa*, *38*(2), 549-566. <https://doi.org/10.6018/rie.409371>
- Flores Tena, M. J., Ortega Navas, M. C., & Sánchez Fuster, M. C. (2021). Las nuevas tecnologías como estrategias innovadoras de enseñanza-aprendizaje en la era digital. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, *24*(1), Article 1. <https://doi.org/10.6018/reifop.406051>

- Moreno, C., & García T, M. (2009). La epistemología matemática y los enfoques del aprendizaje en la movilidad del pensamiento instruccional del profesor. *Investigación y Postgrado*, 24(1), 218-240.
- Piaget, J. (1991). *Introducción a la epistemología genética: El pensamiento matemático*. Paidós.
- Poveda-Pineda, D. F., & Cifuentes-Medina, J. E. (2020). Incorporación de las tecnologías de información y comunicación (TIC) durante el proceso de aprendizaje en la educación superior. *Formación universitaria*, 13(6), 95-104. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062020000600095>
- Prensky, M. (2010). *Nativos e inmigrantes digitales*. Distribuidora SEK, SA.
- Quispe Tito, M. del C. (2020). *La gestión de la calidad educativa desde la perspectiva público - privado: El caso de Fe y Alegría del Perú*. (Tesis Doctoral). Universidad César Vallejo.
- Ruiz Vicente, F. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa*. (Tesis Doctoral). Universidad CEU Cardenal Herrera.
- Santillán Aguirre, J. P., Jaramillo Moyano, E. M., & Santos Poveda, R. D. (2020). STEAM como metodología activa de aprendizaje en la educación superior. *Polo del Conocimiento*, 5(08), 467-492. <https://doi.org/10.23857/pc.v5i8.1599>
- Tapia Cortes, C. (2020). Tipologías de uso educativo de las Tecnologías de la Información y Comunicación: Una revisión sistemática de la literatura. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 71, 16-34. <https://doi.org/10.21556/edutec.2020.71.1489>
- Torres Alfonso, A. M., & Nodal Monteagudo, A. (2019). Buenas prácticas del docente de Matemática en el contexto universitario. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 7(1), 1-22.
- Valarezo Castro, J. W., & Santos Jiménez, O. C. (2019). Las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento en la formación docente. *Conrado*, 15(68), 180-186.
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard university press.
- Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the US as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(6), 1072-1086.