

GENERACIÓN DE EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE MATEMÁTICO Y COMPETENCIAS PROFESIONALES MEDIADAS POR UNA ESTRATEGIA TECNOPEDAGÓGICA

N. Rigaud Téllez¹
R. Blanco Bautista²
M. Sosa Rodríguez³

RESUMEN

Uno de los grandes retos en una educación de calidad es generar evidencia sobre el aprendizaje matemático que coadyuve a mejorar procesos de formación integral de estudiantes de ingeniería. Lo anterior, suscita interrogantes, desde comprender atributos de aprendizaje matemático, indagar y determinar instrumentos de evaluación, hasta la implementación y presentación de evidencia. El objetivo se orienta a la innovación educativa: Proponer una estrategia que permita mejorar la comprensión de conceptos matemáticos y generar evidencias de desarrollo de competencias, que se satisface mediante una perspectiva constructivista y tecnopedagógica. Se desarrolló una estructura conceptual de intervención de aprendizaje, como una estrategia para mejorar habilidades matemáticas y profesionales. Se realizó una prueba piloto con 150 estudiantes de la asignatura de Métodos Numéricos de las carreras de Ingeniería en Computación, Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica, de una universidad pública en el Estado de México, durante el 2017 al 2019. Se generaron evidencias de aprendizaje de estudiantes, asimismo, se logró de parte de quince profesores de matemáticas, la aplicación de la estrategia propuesta. Se considera que su implementación proporciona resultados válidos y escalables.

ANTECEDENTES

La innovación en métodos de enseñanza y aprendizaje ha adquirido importancia en el campo de la educación matemática, como una parte fundamental de procesos formativos de ingenieros que busca responder a los ritmos, condiciones y esquemas de aprendizaje de alumnos. Todo ello, para que estos adquirieran conocimientos técnicos y profesionales, y al mismo tiempo, desarrollen habilidades como complementos de conocimientos disciplinarios (CACEI, 2017).

Al respecto, existen propuestas metodológicas basadas en Aprendizaje basado en indagaciones, Aprendizaje basado en problemas, Aprendizaje cooperativo y Aprendizaje basado en archivos (Lesh, Hoover, Hole, Kelly & Post, 2000); que, por una parte, buscan analizar propiedades esenciales de conceptos matemáticos, con problemas específicos (elegidos por el profesor), que van de simples a complejos. Por la otra, si bien ofrecen medios para valorar atributos diversos, poco se discute sobre cómo integrar y documentar evidencia de aprendizaje de matemáticas, especialmente para sistemas educativos que buscan una educación con calidad, esto representa un *hueco* metodológico.

La presente investigación se orienta a vislumbrar actividades de modelación matemática, en cuyo diseño se combinen conocimientos matemáticos, ciencia, y tecnología, así como se fomenten competencias transversales, específicamente, trabajo en equipo, comunicación y comprensión de áreas concernientes a la ética, impacto global y social (Rigaud & Blanco,

¹ Profesora de la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México.
nerigaud@unam.mx

² Profesor de la Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México.
robertoblancobautista42@gmail.com

³ Jefe de la División de las Ingenierías- Facultad de Estudios Superiores Aragón de la Universidad Nacional Autónoma de México. labhid@gmail.com

2017). El objetivo es presentar una propuesta estratégica, como una estructura didáctica que permita (1) ayudar a estudiantes a comprender conceptos esenciales de matemáticas, (2) proporcionar una oportunidad para resolver situaciones realísticas, y (3) generar y sustentar evidencias de competencias matemáticas y competencias transversales.

La metodología se basó en un enfoque tecnopedagógico y constructivista de modelación matemática, partiendo de la pregunta de investigación; ¿qué nivel de competencias matemáticas y transversales logran los estudiantes de ingeniería, cuando forman parte de un proceso educativo, en el cual se reproducen prácticas realísticas en un intento aproximado a su realidad social?

El desarrollo de competencias matemáticas requiere de un balance entre la enseñanza de conceptos abstractos, y la enseñanza de las matemáticas en contextos realísticos por medio de la formación en la práctica, lo cual justifica la necesidad de encontrar instrumentos centrados en el aprendizaje del estudiante para fomentar una formación interdisciplinaria.

El estudio consiste en identificar esquemas que favorecen el desarrollo de actividades orientadas a la modelación de problemas matemáticos, proponer herramientas tecnopedagógicas, diseñar una estructura didáctica e implementarla en una prueba piloto con 150 estudiantes de la asignatura de Métodos Numéricos de las carreras de Ingeniería en Computación, Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica de una universidad pública en el Estado de México, durante el 2017 al 2019. Asimismo, profesores de matemáticas de la misma institución educativa adoptaron esta propuesta metodológica.

Para conocer el impacto de la investigación, el estudio se ubicó en la asignatura de Métodos Numéricos, ya que es de carácter interdisciplinario, en la cual se intersectan conceptos de matemáticas, computación y ciencias de la ingeniería, bajo un enfoque numérico. Se desarrolló una estrategia orientada a generar evidencia de competencias matemáticas y habilidades profesionales, como una estructura conceptual de intervención de aprendizaje. Asimismo, se diseñó un constructo que relaciona procesos cognitivos matemáticos y competencias profesionales que contribuyen, tanto al desenvolvimiento del estudiante en temas matemáticos, como a sustentar aportaciones de matemáticas al desarrollo de habilidades profesionales.

METODOLOGÍA

El diseño de la estrategia que se presenta en este apartado, se constituye de dos grandes componentes, el primero, es un conjunto de actividades que inducen a la modelación, en las cuales se siguen seis principios de construcción para hacer deducciones de situaciones realísticas y expandir, revisar y organizar las propias estructuras de pensamiento matemático.

El segundo, ubica las actividades del primer componente, en un ambiente digital, las cuales responden a la estrategia didáctica elegida por el docente, como una herramienta tecnopedagógica. Las ahora e-actividades serán realizadas por el estudiante, considerando los contenidos matemáticos y las competencias profesionales a desarrollar.

Los dos componentes anteriores, se integran para formar una estrategia didáctica, cuyo elemento integrador es un constructo de relaciones entre procesos matemáticos y competencias profesionales.

Con el propósito de generar medidas de impacto sobre el desempeño, se realizó la prueba Wilcoxon, no paramétrica en un conjunto de datos dependientes, con las siguientes hipótesis: H_0 : No hay diferencias entre las observaciones pareadas del desempeño de los estudiantes, al realizar e-actividades.

H_1 : Hay diferencias entre las observaciones pareadas del desempeño de los estudiantes, al realizar e-actividades.

La prueba permitió determinar si ocurrieron cambios significativos en el desempeño de los participantes al realizar distintas e-actividades, pero con la medición de los mismos atributos de competencias matemáticas y transversales.

Actividades que inducen a la modelación matemática

La revisión de la literatura permitió identificar publicaciones sobre educación matemática y en este contexto se identificaron a las llamadas *actividades reveladoras del pensamiento*, las cuales engloban uno o más conceptos con la intención de inducir a estudiantes a disponer de formas complejas de razonamiento, (a) para reforzar conceptos que estudian actualmente, (b) para la integración de conocimientos de cursos anteriores, y (c) para profundizar en conceptos abstractos y desarrollar habilidades técnicas, profesionales y tecnológicas.

Existen diferentes aproximaciones de lo que constituye el proceso de modelación matemática. Se le atribuye a Lesh *et al.* (2000) como el creador de este tipo de actividades.

La revisión de la literatura permitió identificar distintos documentos útiles para la investigación. Diefes Dux *et al.* (2004) generaron casos que revelan el pensamiento e inducen a la modelación matemática para carreras de ingeniería. Posteriormente, Delmas, Garfield & Zieffer (2009), proponen que este tipo de actividades de modelación se incluyan en currículo de carreras de ingeniería, asimismo, las aplican en otras licenciaturas. Shuman *et al.* (2012) generaron un proyecto para evaluar aprendizaje en estudiantes de ingeniería, y en este contexto, Kaupp, Frank y Chen (2013) realizaron investigaciones sobre el impacto en el desarrollo del pensamiento crítico en ingeniería, también Wessels (2014) empleó las actividades para evaluar niveles de creatividad.

Recientemente, Urhan & Dost (2018) proponen la valoración de estándares de enseñanza, acorde con principios construcción de actividades que inducen a la modelación matemática. Desafortunadamente, las investigaciones analizadas no muestran cómo se llevó a cabo la documentación del progreso, la estructura y el diseño de rúbricas, para reunir evidencia sobre efectos de enseñanza e informar y determinar áreas de oportunidad.

Una actividad reveladora del pensamiento típicamente se asocia con los siguientes principios (Tabla 1). Los seis principios arriba expuestos le confieren a una actividad reveladora del pensamiento, cualidades específicas que resultan en casos que difícilmente se resuelven en pocos intentos, por lo que requiere que estudiantes abstraigan el problema, de manera

profunda. Consecuentemente, las actividades generan un ambiente de aprendizaje, y promueven el desarrollo de competencias, tales como habilidades de solución de problemas, aspectos del pensamiento matemático y pensamiento crítico, comunicación y trabajo en equipo.

Las actividades, como se observa en la Tabla 1, deben situarse en un contexto social y funcional, familiar al estudiante. Lo anterior, significa que las actividades son de naturaleza abierta, e involucran escenarios que interesan y motivan a estudiantes, pero con la particularidad de soportar la modelación y estrategias de solución, que luego se reinterpretan en el contexto del problema (Diefes-Dux *et al.*, 2004).

Tabla 1. Principios de construcción de actividades reveladoras del pensamiento

<p>1. Actividad en la realidad. La actividad está ubicada en un auténtico contexto, ej ingenieril. Es realístico y requiere del desarrollo de un modelo matemático para su solución.</p>	<p>2. Construcción de modelo. Un equipo de estudiantes crea un modelo matemático ya sea para construir, explicar, predecir y controlar sistemas conceptuales.</p>
<p>3. Documentar el modelo y proceso en un reporte técnico, lo cual permite examinar la evolución del modelo matemático, como base para instrucción futura.</p>	<p>4. Refinación mediante autoevaluación. Conforme se avanza en actividades de modelación, la autoevaluación del trabajo permite que se genere un modelo refinado.</p>
<p>5. Generalización del modelo. El modelo generado se comparte, puede ser modificado y reutilizado en situaciones similares. Se espera que sea socializado.</p>	<p>6. Efectividad. Se estipula que se genere un modelo, cuyo uso proporcione una solución exitosa. Es deseable que sea simple, conciso y fácil de interpretar, para una situación compleja.</p>

Nota Fuente: Diefes-Dux, 2004

Los estudiantes, de acuerdo con su *nivel de competencia*, tienen la posibilidad de construir, expresar, probar y revisar modelos conceptuales, con apoyo de un instructor.

Herramientas tecnopedagógicas

En la revisión de la literatura, las TIC crean entornos de aprendizaje que llevan a cabo tanto docentes como alumnos por sus posibilidades de comunicación, acceso y procesamiento de la información. No obstante, comprender y valorar su impacto en un proceso de aprendizaje es un tema que aún se encuentra en desarrollo.

Díaz Barriga (2015) habla de los roles en un entorno educativo con TIC, en donde el estudiante requiere ser un aprendiz autónomo. Por su parte, el profesor es un agente mediador que emplea estrategias didácticas que conducen a estudiantes en la construcción del conocimiento, desarrollo de habilidades digitales y la apropiación y puesta en práctica de aprendizajes profundos. El rol de ambos en un entorno de aprendizaje y considerando un diseño tecnopedagógico (experiencias de aprendizaje mediadas por tecnologías digitales), son determinantes para el diseño de e-actividades, tales como:

- * Alumno- profesor: e-portafolios, laboratorios virtuales y los denominados ambientes personales de aprendizaje.
- * Alumno-contenido: WebQuest.
- * Alumno-alumno: Weblogs, desarrollo de proyectos, foros de discusión asincrónica, wikis, análisis de casos en formato electrónico, chat de discusión sincrónica.

Se observa que las e-actividades cubren una amplia gama de posibilidades que se orientan al aprendizaje significativo, colaborativo y situado en contextos escolares y extraescolares y que desembocan en diferentes propuestas metodológicas.

Estructura didáctica propuesta

Para efectuar la integración de los componentes anteriores, se elaboró una estructura conceptual en la que se visualiza la incorporación de casos realísticos en un proceso educativo, que permite identificar un conjunto de elementos específicos que conforman una estrategia.

En la Figura 1, las actividades y la implementación del enfoque de e-actividades de modelación matemática se consideran como una actividad de solución de problemas, bajo principios de diseño específicos, en los cuales los estudiantes otorgan sentido a situaciones reales, con posibilidades de experimentar, extender y refinar sus propios constructos matemáticos (Nutchey, 2013).

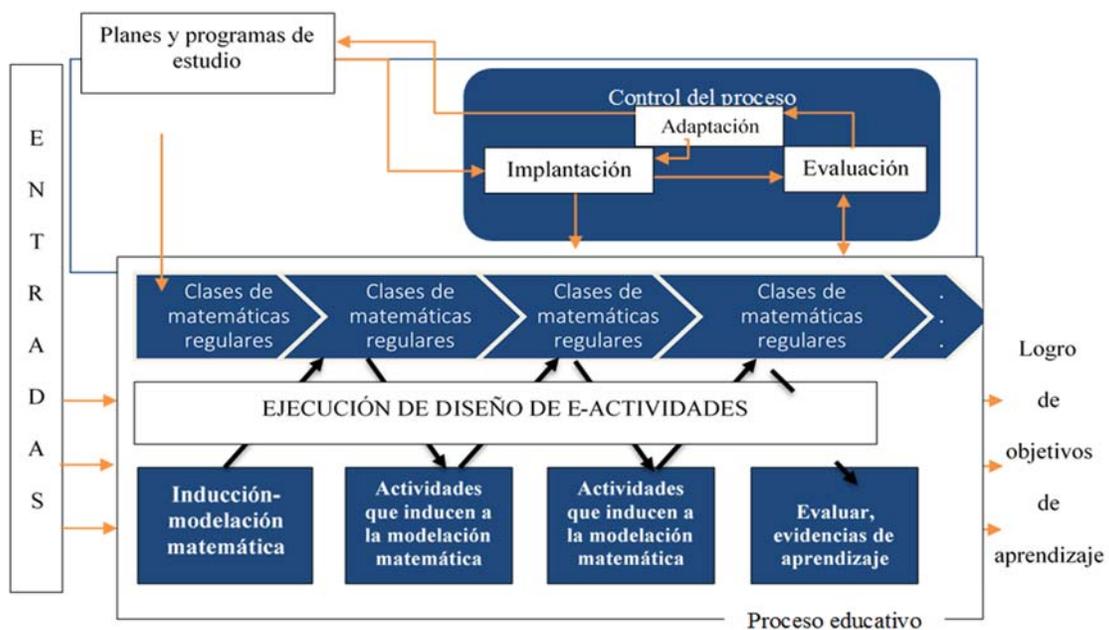


Figura 1. Estructura conceptual de intervención. Adaptación de Nutchey, 2013

Como se observa en la Figura 1, las flechas indican relaciones causales entre actividades, siendo que la secuencia de e-actividades que inducen a la modelación matemática, se encuentran supeditadas a un diseño curricular que se conduce de manera regular con clases de matemáticas (Nutchey, 2013).

Además, se puede advertir que, entre el profesor y el estudiante, el conocimiento escolar tiene una naturaleza de construcción colectiva a través de actividades curriculares y las e-actividades. De manera que, por una parte, el trabajo en equipo y por la otra, la comunicación entre estudiantes y profesor, juegan un papel fundamental para generar una producción y transacción de significados que generan una comunicación efectiva en el aula.

La actividad de documentar, pertenece al subsistema de control, en el que se realiza una evaluación, como un proceso sistemático que permite emitir juicios de valor acerca del nivel cualitativo y cuantitativo de lo aprendido en cuanto a competencias definidas. Lo anterior, se complementa con la implantación en la que se ejecutan actividades acordes con la planeación, que contribuyen a alcanzar objetivos educativos establecidos y, a su vez, contribuyen al desarrollo de atributos de egreso (ej. lo indicado por cuerpos acreditadores).

En el constructo mostrado en la Tabla 2, se distinguen en los renglones, las cuatro competencias de interés: Comunicación efectiva, reconocimiento de responsabilidades éticas y profesionales y trabajo en equipo, como atributos para la formación profesional del estudiante de ingeniería, y de las cuales se requiere generar evidencia (DGAPA- PAPIME PE101119, s.f.).

Dado que el estudio se realiza en torno a las matemáticas, también se han tomado en cuenta los procesos fundamentales matemáticos: Formular situaciones matemáticamente, solucionar (emplear conceptos, datos, procedimientos y razonamiento matemático), e interpretar, aplicar y evaluar resultados matemáticos (columnas de la Tabla 2).

Tabla 2. *Relación entre procesos matemáticos y competencias profesionales*

	FORMULAR situaciones matemáticamente	SOLUCIONAR, empleando conceptos matemáticos, datos, procedimientos y razonamiento	INTERPRETAR/ EVALUAR el problema contextual, aplicando resultados matemáticos	EVIDENCIA
Modelo	<ul style="list-style-type: none"> *Identificar variables matemáticas y estructuras subyacentes al problema del mundo real. *Justificar el uso de variables y estructuras identificadas. *Obtener información y analizar datos *Usar lenguaje simbólico/ formal apropiado, con herramientas matemáticas útiles y necesarias 	<ul style="list-style-type: none"> *Construir un modelo, relacionando herramientas matemáticas y refinar su expresión. *Justificar el proceso y procedimiento usado para determinar un resultado matemático y una solución. *Verificar, con mecanismos de control la aplicación de definiciones, reglas y sistemas formales, y algoritmos. *Utilizar recursos distintos que determinen soluciones matemáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> *Determinar la coherencia del resultado matemático, con respecto al problema en contexto, a través del alcance y límites de la solución obtenida. *Argumentar, refutar o cualificar una solución matemática al problema contextualizado. *Estimar la factibilidad y posibles limitaciones de la solución, mediante la comparación de resultados obtenidos contra un estándar. 	Reporte técnico
Comunicación	<ul style="list-style-type: none"> *Describir la estructura del 	<ul style="list-style-type: none"> *Explicar una solución, a través de mostrar el 	<ul style="list-style-type: none"> *Exponer el alcance del resultado obtenido, 	Relatoría de desarrollo y

	problema contextual, sus elementos que la componen y la relación entre ellos (decodificar).	trabajo involucrado, presentar resultados matemáticos intermedios y el resultado general.	indicando sus fronteras, así como su efectividad para concatenar la creación y solución del modelo diseñado.	reflexiones de autoevaluación sobre el contenido de la modelación de problema
Responsabilidades éticas y profesionales	*Formular el modelo apegado a principios, protocolos, normas, y reglas de acuerdo al contexto económico, sustentable y social del problema.	*Encontrar, explorar y probar métodos y recursos alternativos de solución, para decidir su eficacia.	*Verificar que el resultado obtenido cumpla con los principios, protocolos, normas establecidas	Mostrar e indicar los rubros de apoyo de las normas y reglas usadas en la resolución del problema
Trabajo en equipo	*Participar activamente en la exploración de conceptos, sugerencias y críticas. *Cooperar y colaborar en procesos lógico-matemáticos de permitan la construcción del modelo	*Cualquier miembro del equipo es capaz de expresar el contenido, el método de solución y la ejecución.	*Cualquier miembro del equipo es capaz de responder la interpretación y evaluación de resultados. *Cualquier miembro del equipo es capaz de proponer elementos para la sensibilidad del modelo.	*Recurso TIC, software, memoria fotográfica, demostración ante grupo de trabajo realizado, gráficas de porcentaje de aportación personal (elementos estadísticos)

Nota Fuente: DGAPA- PAPIME PE101119, s.f.

RESULTADOS

Entre el 2017 y 2019, se diseñaron y aplicaron en una prueba piloto, e-actividades a estudiantes de carreras de Ingeniería en Computación, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Industrial en la materia de Métodos Numéricos y que no tienen currículos homologados. Se pretendió no solo generar medidas por estudiante, también tener la posibilidad de realizar comparaciones por grupos de carreras, y así, determinar acciones conjuntas para la mejora educativa de la asignatura en cuestión.

Se analizaron los currículos de las carreras, de los cuales se eligieron dos temas por los criterios de similitud y de tiempo de aplicación (a medio semestre): soluciones numéricas de matrices y sistemas lineales de ecuaciones, e interpolación. El propósito se orientó a reforzar conocimientos de esos dos temas, considerando el proceso de solución en problemas débilmente estructurados, la aplicación de conocimientos matemáticos de semestres previos, programación y la aplicación de recursos tecnológicos, además de incorporar factores éticos y profesionales para la toma de decisiones.

Se generaron tres casos de e-actividades con criterios de evaluación similares, tomando en cuenta el constructo presentado en páginas anteriores.

Todos los equipos compartieron con sus instructores, una cuenta de su agenda digital (TRELLO), y se generaron reportes técnicos, investigaciones, relatorías, reflexiones, fotografías y autoevaluaciones de su desempeño (trabajo en equipo).

Se logró visualizar que se siguió un proceso genérico de solución de problemas. Los estudiantes, cuando el proyectó comenzó, tendieron a distinguir en la situación particular, el problema que requiere de una solución. Posteriormente, con respecto a un proceso de generación de modelos, presentaron dificultades, aunque todos crearon sus modelos (correctos e incorrectos). Además, los implementaron adecuadamente para los escenarios solicitados en cada caso. La situación tendió a mejorar con la segunda y tercera e-actividades.

Se generaron reportes como el mostrado en la Tabla 3, que se representa por la relación entre objetivos y medidas generadas, con respecto a las iniciativas generadas (acciones) y los recursos requeridos para realizar dichas iniciativas (DGAPA- PAPIME PE101119, s.f.).

Tabla 3. Síntesis de resultados

COMPETENCIAS	ATRIBUTOS	Equipo carrera A	Equipo carrera B	Equipo Carrera C	...	Equipo carrera A
Identificar, formular y/o aplicar modelos, para resolver problemas.	Identificación de variables y estructuras subyacentes a los problemas	4	4	4	...	4
	Obtención de información y análisis de datos	2	4	4	...	3
	Uso apropiado de lenguaje simbólico/ formal	3	4	3	...	4
	Construcción del modelo	2	3	4	...	3
	Usos de recursos TIC	4	4	2	...	4
	Determinación de coherencia de resultados	2	3	3	...	3
	Estimación de factibilidad	1	3	4	...	2
Comunicarse efectivamente con diferentes audiencias	Descripción de estructuras de problemas, sus elementos y relaciones	1	3	3	...	3
	Explicación de la solución obtenida	2	3	3	...	3
	Exposición del alcance del resultado obtenido	2	3	3	...	3
Reconocer responsabilidades éticas y profesionales	Proyectar el impacto causado por el resultado matemático	2	2	1	...	3
Trabajar efectivamente en equipos	Aportación de los miembros (TRELLO)	4	4	2	...	2
	Cualquier miembro es capaz de expresar el contenido, el método de solución y su ejecución	3	3	3	...	2

Nota Fuente: DGAPA- PAPIME PE101119, s.f.

En la Tabla 3, se muestran los atributos de interés relacionadas con las competencias, así como los resultados de la primera e-actividad de tres equipos de carreras distintas (A, B, C). A los estudiantes se les evaluó con rúbricas relacionadas con puntuaciones específicas, de acuerdo con el constructo presentado en la Metodología. Tal es el caso, que equipos por atributo pueden alcanzar entre 4 y 1 puntos, considerando que, como una evaluación general,

el 4 representó un nivel de competencia en el cual un equipo puede conceptualizar, generalizar y usar información para hacer sus investigaciones, y modelar matemáticamente situaciones problema, lo que manifiesta una alta capacidad de pensamiento matemático y razonamiento (DGAPA- PAPIME PE101119, s.f.).

Además, el equipo puede aplicar sus conocimientos y decidir las estrategias y recursos para realizar operaciones matemáticas. Todo lo anterior, contribuye a comunicar con precisión sus acciones, y reflexiones acerca de sus hallazgos, interpretaciones, argumentos apropiados de sus decisiones hacia el caso.

En la Figura 2, se presentan los resultados del desempeño bajo la prueba de Wilcoxon, aplicados al equipo de la carrera A, considerando las hipótesis indicadas en la metodología, con un nivel de confianza del 95%.

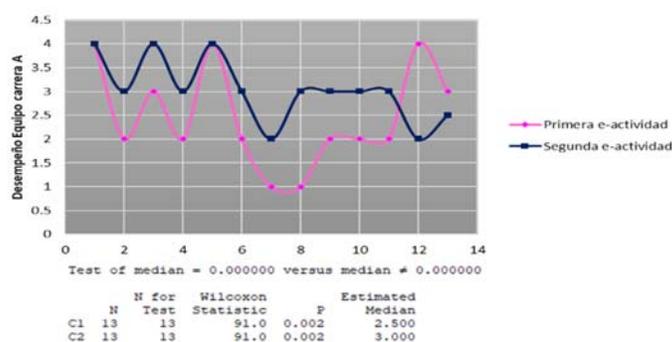


Figura 2. Valoración del impacto. Elaboración Propia

Los resultados muestran diferencias respecto al valor de la mediana, dado que el valor de P es menor que el nivel de significancia. Se rechaza la hipótesis nula, y se puede concluir que la diferencia entre las medianas en la primera e-actividad y la segunda e-actividad son estadísticamente significativas, lo cual indica evidencia de que las e-actividades permiten mejorar el desempeño de los equipos causando un impacto positivo en las competencias matemáticas y transversales consideradas, tal como se observa en la Figura 2. La línea rosada que representa la primera actividad, se encuentra muy por debajo de la línea azul que representa la segunda actividad.

Posteriormente, con los resultados favorables, en enero del 2019, se trabajó con 15 profesores de matemáticas, se les presentó la estrategia y constructo, la cual validaron y generaron sus propias e-actividades, y se están implantando en el semestre actual.

CONCLUSIONES

Los sistemas educativos buscan adaptarse al medio que los circunscribe, para responder a diferentes actores, por lo que son objeto, hoy día, de monitoreo periódicos, lo cual es una parte fundamental de la llamada educación de calidad.

En este artículo, se sugiere que si se usa correctamente el enfoque de e-actividades puede ser efectivo para reforzar e integrar conceptos matemáticos de una disciplina, así como

estudiantes, mejoran sus conocimientos y comprensión de atributos profesionales indicados por cuerpos acreditadores.

Los instructores de las tres carreras mencionadas, han generado datos, al seguir la estrategia, y se considera que puedan implementarse a otras carreras de ingeniería. Los colegas notan la importancia que tiene el componente de responsabilidad ética y profesional en el momento de construir un modelo con las implicaciones que éste pueda tener en el contexto del caso realístico. Además, se enfatiza que, si se realizan actividades con una ordenación lógica, se puede generar información en forma sistemática, lo cual permite que la información pueda ser contrastada entre estudiantes, grupos y carreras.

Existen otras ventajas con la implementación de la estrategia; la oportunidad de que los estudiantes exploren múltiples opciones, lo cual en el campo de la ingeniería representa examinar alternativas diversas, y al realizar un análisis, proporcionar una solución. Esto es congruente, ya que en ambientes virtuales colaborativos los estudiantes, son alentados a considerar y reportar sus interpretaciones.

Finalmente, una contribución del trabajo además del ordenamiento lógico de actividades, basada en la literatura y en la praxis, es un constructo que relaciona procesos matemáticos fundamentales y competencias sugeridas por cuerpos acreditadores. De aquí que se proponga que cuando se emplea el constructo y otras herramientas, no solo ofrecen una intervención organizada educativa centrada hacia el estudiante, también se cuentan con bases para determinar los métodos de evaluación útiles para organismos acreditadores.

Este artículo ha sido posible gracias al apoyo recibido de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGPA), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) a través del Proyecto PAPIME PE101119.

BIBLIOGRAFÍA

- Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (2017). *Marco de referencia 2018 del CACEI en el contexto internacional (ingenierías)*. México : CACEI
- Delmas, R., Garfield, J., & Zieffler, A. (2009). *Using model-eliciting activities to teach statistics*. Paper presented at the Annual American Mathematical Association of Two-Year Colleges, Las Vegas, NV.
- Díaz Barriga, F., Rigo, M., & Hernández, G. (2015). *Experiencias de aprendizaje mediadas por las tecnologías digitales. Pautas para docentes y diseñadores educativos*. Ciudad de México: Newton.
- Diefes-Dux H., Follman D., Imbrie P., Zawojewski J., Capobianco B. & Hjalmarson M. (2004). *Model eliciting activities: an in-class approach to improving interest and persistence of women in engineering*. Proceedings of the American Society for Engineering Education, Annual Conference & Exposition, Salt Lake City, Utah, June.

- Dirección General de Asuntos del Personal Académico (s.f.). *Programa de apoyo a proyectos para la Innovación y Mejoramiento de la Enseñanza – PAPIME – PE101119*. México: UNAM- DGAPA
- Kaup J., Frank B., Chen A. (2013). *Investigating the Impact of Model Eliciting Activities on Development of Critical Thinking*. Presented at the Proceedings of the American Society for Engineering Education, Paper ID #6432 120th ASEE Annual Conference & Exposition. June 23-26
- Lesh R., Hoover M., Hole B., Kelly A. & Post T. (2000). *Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. The Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*. In Kelly, A. and Lesh, R. (Eds.), *Research Design in Design in Mathematics and Science Education*, pp. 591-646
- Nutchev, D. (2013). A Model Eliciting Framework for Integrating Mathematics and Robotics Learning. *Southeast Asian Mathematics Education Journal 2013, Vol. 3 No. 1, 39 - 53*
- Rigaud, N. & Blanco, R. (2017). Valoración de aspectos del pensamiento matemático: hacia la formación de estudiantes líderes en ingeniería. *Revista electrónica ANFEI Digital*. Vol. 4, No. 7, pp. 1-10 doi: www.anfei.org.mx/revista/index.php/revista/article/download/374/1019
- Urhan S. & Dost S. (2018). Analysis of Ninth Grade Mathematics Course Book Activities Based on Model-Eliciting Principles. *International Journal of Science and Mathematics Education, Vol. 16, pp. 985-1002*. DOI 10.1007/s10763-017-9808-4
- Wessels, H. (2014). Levels of mathematical creativity in model-eliciting activities. *Journal of Mathematical Modelling and Application 2014, Vol. 1, No. 9, 22-40*