

# PROYECTO DE VINCULACIÓN ACADÉMICA UNIVERSIDAD-BACHILLERATO PARA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS MEDIANTE *B-LEARNING*

N. Rigaud Téllez<sup>1</sup>  
R. Blanco Bautista<sup>2</sup>  
M. Sosa Rodríguez<sup>3</sup>

## RESUMEN

El proyecto “Inducción e integración para reforzar la formación matemática bajo modalidad “estudiante apoya al estudiante” opera en un contexto de servicio- aprendizaje en el que se combina un servicio para una comunidad local con aprendizaje académico y profesional relacionado con el plan de estudios del estudiante. El proyecto representa la vinculación entre prestadores de Servicio Social de carreras de ingeniería de la FES Aragón, y alumnos del bachillerato, para tratar un problema referido al bajo desempeño de Matemáticas. La metodología de análisis pre-test y post-test permitió evaluar el impacto en la formación de estudiantes de ingeniería. Asimismo, se realizó un análisis de contenidos en respuestas abiertas, mismas que se contrastaron con la experiencia de aprendizaje de la población conducida (alumnos del bachillerato). Los resultados del estudio revelaron que los prestadores del Servicio Social mejoraron su aprendizaje de contenidos de Matemáticas, habilidades de comunicación, organización y planeación de proyectos, lo cual difícilmente hubiese ocurrido bajo una metodología clásica de enseñanza. Las implicaciones prácticas de este estudio sugieren que, en programas de ingeniería, los planes y programas de estudio deberán vislumbrar procesos de innovación pedagógica.

## ANTECEDENTES

Los estudiantes de ingeniería enfrentan un futuro en el cual necesitan más allá de una educación técnica sólida para ser exitosos. El mercado laboral del ingeniero requiere que la educación universitaria no se centre únicamente en el desarrollo de habilidades propias de la ingeniería, sino también, en el desenvolvimiento de competencias profesionales, sociales y éticas, para que el futuro egresado logre interactuar con diferentes perfiles y, más aún, hacer frente a condiciones y nuevas situaciones de vida.

Por ello, se establecen resultados educativos que forman el corazón de marcos de acreditación y que responden a la necesidad de generar evidencias de conocimientos de ingeniería, matemáticas y ciencia, objetivos y metas, los cuales se puedan alcanzar, no solo a través del empleo de metodologías clásicas de enseñanza, también mediante acciones orientadas a proporcionar experiencias del mundo real.

El diseño de experiencias de la vida real es crucial: Ofrecer a estudiantes contextos convincentes de modelación de situaciones de ingeniería, experiencias de trabajar con equipos multidisciplinarios, comunicación efectiva, asimismo, ser conscientes de la responsabilidad ética y del impacto global de soluciones que se vayan a proponer (Rigaud, Blanco, & Sosa, 2019).

---

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

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

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

Se espera que la combinación de estas experiencias, junto con el tiempo de estudio para aprender y poner en práctica habilidades profesionales, generará ingenieros competentes para trabajar como empresarios, educadores, decisores en organizaciones privadas, públicas, sin fines de lucro, etc.

### **La necesidad**

A finales del 2018, se presentaron representantes del Colegio de Directores a la Facultad de Estudios Superiores Aragón (FES Aragón), todos de la UNAM, con la siguiente situación: Estudiantes del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) que eligen áreas íntimamente relacionadas con Matemáticas, presentan graves deficiencias, en la comprensión y operación de estas. El problema concreto por resolver fue: encontrar personal capacitado que pudiera ayudar y reforzar tópicos de matemáticas a los alumnos del CCH.

A partir de sesiones continuas con representantes del Colegio de Directores de la FES Aragón y del cuerpo directivo del CCH, se crea el proyecto *Inducción e integración para reforzar la formación matemática bajo modalidad “estudiante apoya al estudiante”*, con una línea de Servicio Social para la formación de capacitadores par a par (alumnos de ingeniería de la FES Aragón-alumnos del CCH).

El proyecto opera en un contexto de servicio-aprendizaje y tiene el objetivo de fortalecer la formación del estudiante técnico, administrativa y pedagógicamente, a través de una tutoría y asesoramiento que incluye guía directa, conversaciones técnicas e informativas, retroalimentación crítica de manera que el prestador de Servicio Social, se convierte en un actor que coadyuva a la solución de un grave problema universitario y social; tal como el bajo desempeño de matemáticas para una comunidad local.

Los equipos que se formaron fueron multidisciplinarios del área de Ingeniería, esto es de las carreras de Ingeniería Civil, en Computación, Mecánicos y Eléctrico- Electrónicos integrados de forma horizontal, y asesorados por representantes de la División de las Ingenierías y por profesores experimentados en el campo de la Educación Matemática de la FES Aragón.

Con el propósito de valorar la efectividad del proyecto se determinaron tres atributos de interés (variables): 1) organización y planeación de un curso, 2) profundización técnica en matemáticas y su didáctica y 3) comunicación efectiva, que permitieron a los equipos de la FES Aragón a desarrollar actividades significantes al beneficio de otra comunidad universitaria: El CCH.

La estrategia del proyecto se cimentó en la pregunta ¿qué atributos se desarrollan en los pasantes de ingeniería que imparten un taller de Matemáticas y que son evaluados por el desempeño de sus estudiantes en otro contexto académico, así como por su satisfacción, al inicio y término de su programa de Servicio Social?

Para la estrategia se definieron dos esquemas de trabajo; 1) La planeación de la implementación, como un esfuerzo conjunto de las partes interesadas para generar un escenario de actividades de inducción que instrumenten el proceso educativo por parte de estudiantes de la FES Aragón a los alumnos del Bachillerato UNAM.

La segunda, la ejecución, que conlleva generar y organizar grupos de trabajo conformados por estudiantes de la FES Aragón capacitados técnica, ética y socialmente, encargados de ejecutar el esquema 1, en el plantel previsto.

Dos limitantes importantes para el desarrollo del estudio fueron el tiempo, debido a que el proyecto debía llevarse a cabo en un lapso de tres meses, cubriendo 30 temas de disciplinas matemáticas, en sesiones presenciales *in situ* y empleando medios digitales para facilitar la comunicación. El segundo, la cantidad de alumnos participantes del CCH, en contraste con el número de alumnos de Servicio Social.

El proyecto resultó de importancia para los prestadores de Servicio Social al poner en práctica conceptos de gestión de proyectos, aplicar herramientas digitales conocidas por ellos e indagar sobre nuevas, reforzar su comprensión matemática, experimentar con elementos didácticos, y más aún, mejorar habilidades de manejo de relaciones humanas.

## METODOLOGÍA

El *service learning* (SL) o aprendizaje-servicio, es una propuesta educativa en la que se armoniza un proyecto único, como un servicio a la comunidad, con un aprendizaje académico relacionado con el currículo del estudiante, en tal forma, que se integra el servicio comunitario con la educación (Clayton & Ash, 2004).

Este enfoque educativo favorece en el estudiante de ingeniería, el desarrollo de habilidades de comunicación, trabajo en equipo y ética, así como la comprensión del impacto social, al permitirle trabajar con un problema existente de una comunidad e implementar, soluciones que beneficien a la misma, más allá de obtener una compensación monetaria (Bringle & Hatcher, 1996). El proceso didáctico de la metodología del aprendizaje- servicio se visualiza en el siguiente esquema (Figura 1).

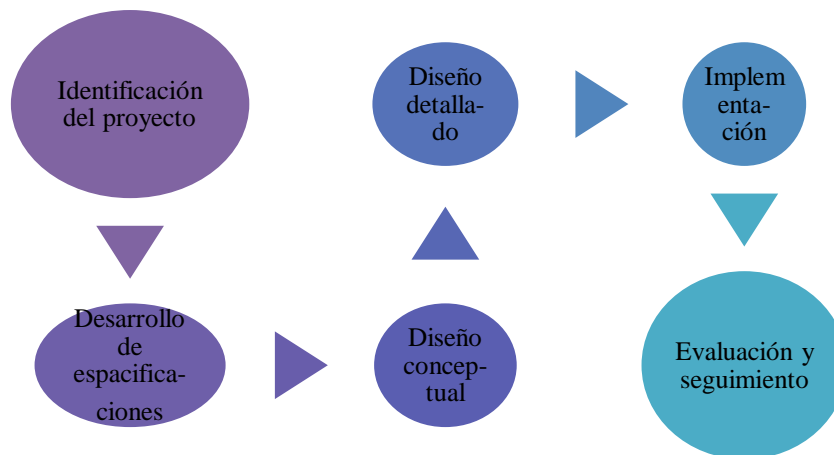


Figura 1. Proceso de aprendizaje-servicio. Proyecto PAPIME PE101119

Se aprecia en la Figura 1, que el proceso del “service-learning” requiere de una primera planificación que, luego, se detalla. Luego, se continúa con la implementación y ejecución y posteriormente, la valoración de la experiencia.

Para la planificación en este proyecto se realizó lo siguiente:

- a. Elección de temas
- b. Elaboración de un cronograma de actividades
- c. Valoración de horas de trabajo con prestadores de Servicio Social
- d. Selección de estudiantes
- e. Establecimientos de contactos con la entidad del CCH

En la literatura se menciona que existen cinco componentes del service-learning: servicio, contenido académico, compañerismo y reciprocidad, aprendizaje mutuo, y reflexión. Estos componentes en muchos de los estudios se limitan a presentar el proyecto y resultados (Felten & Clayton, 2011).

Este estudio contribuye a mejorar la visión profesional de los egresados, ya que al estar en contacto y, además, tener la responsabilidad de transmitir sus conocimientos en matemáticas de una forma clara a sus compañeros del CCH, se vieron en la necesidad de innovar el método tradicional de enseñanza. Esto es, las clases se impartieron usando la modalidad *b-learning*, con acceso a plataformas virtuales, recursos digitales y software técnico para los temas desarrollados, con atención cuasi personalizada, incidiendo en los temas que son de alta dificultad a los estudiantes del CCH. Lo novedoso de este estudio es que las sesiones fueron realizadas por pares, bajo la supervisión de profesores de matemáticas de la FES Aragón.

Asimismo, en este estudio original se decidió establecer evidencia del impacto sobre las bases del siguiente análisis (Tabla 1).

**Tabla 1.** *Orientación al diseño experimental*

<b>Población directa</b>	Estudiantes de Ingeniería que son formadores y que realizan un proyecto.
<b>Intervención</b>	Impartir un curso de formación de matemáticas.
<b>Diseño estadístico</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Pre-test implementación, post-test.</li> <li>b. Análisis descriptivo de la población directa</li> <li>c. Prueba pareada t</li> <li>d. Contraste con experiencia de aprendizaje de la población conducida (alumnos del CCH).</li> </ol>
<b>Tiempo</b>	Al inicio y final de la intervención, de febrero a agosto de 2019

**Nota Fuente:** Proyecto PAPIME PE101119

De la Tabla 1, nótese que para el control de han considerado dos análisis. En el primero, se procedió a analizar un posible cambio de comportamiento en los estudiantes, considerando el diseño experimental *pre-test* y *post-test* (Nunally, 1987). El segundo, se refiere a la apreciación de la experiencia de aprendizaje de los estudiantes del Bachillerato, con respecto al curso y actuación de los prestadores de Servicio Social.

Para realizar dicho análisis, en febrero de 2019, se reclutaron 15 estudiantes de las carreras de Ingeniería Civil, Ingeniería en Computación, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica Electrónica. Se les aplicó una prueba de conocimientos fundamentales de Cálculo, Geometría y Álgebra, la cual comprendió reactivos conceptuales, mecanizaciones y de interpretación de

resultados. La prueba contó con la supervisión y aprobación de la División de las Ingenierías de la FES Aragón.

Asimismo, se les aplicó una prueba inicial del Test Project Management Professional (PMP, 2017), en su versión Marco de Referencia de la Gestión de Proyecto, para la valoración de habilidades de planeación y gestión de proyectos. La prueba consiste en 25 reactivos con pesos homogéneos, y preguntas sobre conceptos generales, además, de otras basadas en casos prácticos.

Ambas pruebas diagnósticas permitieron definir áreas de oportunidad para los prestadores de Servicio Social.

Se realizaron 10 sesiones, a partir de finales de febrero hasta abril de 2019, en el que participaron profesores (con experiencia en proyectos y en educación matemática) y los estudiantes del Servicio Social, en un horario consensuado que no interfirió con las actividades académicas de ambas partes.

En las sesiones, los profesores-tutores orientaron a los prestadores de Servicio Social, en los 30 temas de matemáticas que más dificultades representan a los estudiantes del Bachillerato de acuerdo con los diagnósticos generados por los Consejos Académicos del Área de las Ciencias Físico Matemáticas y de las Ingenierías (CAACFMI), asimismo, proporcionaron pautas para la planeación de un curso.

Por su parte, los prestadores de Servicio Social realizaron un trabajo autónomo de consulta de bibliografía, elección de plataformas tecnológicas de comunicación, selección de ejercicios e, incluso, desarrollo de actividades de aprendizaje.

De manera simultánea se acordó con el Director del CCH, a través del Colegio de Directores, la elección de una de sus sedes para la impartición del taller, asimismo, se solicitó el apoyo para convocar a estudiantes del Bachillerato interesados en mejorar sus conocimientos y desarrollo de habilidades matemáticas. La sede elegida fue el CCH Vallejo.

En la ejecución, los prestadores de Servicio Social se presentaron en el CCH, Plantel Vallejo durante los meses de mayo y junio y realizaron actividades de asesoría en matemáticas cubriendo los 30 temas de Aritmética, Álgebra, Geometría y Cálculo. Además, proporcionaron acciones de tutoría y orientación vocacional.

En una sesión previa a la última presencial, se aplicó una encuesta del Índice de Promotor Neto (IPN) con una escala Likert (Dougherty, 2008), a los estudiantes del CCH. La prueba permite valorar la experiencia de aprendizaje mediante dos preguntas: ¿Qué tan probable es que tú recomiendes este curso-taller a otros compañeros y/o conocidos?, y seguidamente, la pregunta ¿Por qué?

El IPN, como índice de satisfacción, se basa en una escala de 0-10, donde 0 es “muy improbable y 10 es “definitivamente lo recomendaría”, el cálculo se realiza así:

$$IPN = \%Promotores - \%Detractores$$

Siendo los Promotores los que responden, asignando 9-10. Los detractores, los que asignan 0-6, y la categoría Pasivos, con escala 7-8.

Durante el mes de julio de 2019, la comunicación entre los prestadores del Servicio Social de la FES Aragón y alumnos del Bachillerato CCH, se llevó a cabo vía plataformas educativas digitales y servicios de mensajería instantánea.

En agosto, con el inicio de cursos universitarios, se aplicó una prueba de matemáticas a los prestadores de Servicio Social, una versión modificada del test Marco de Referencia de la Gestión de Proyecto, y también responder a dos preguntas: ¿Cuáles fueron los tres aspectos más valiosos que aprendiste como participante del Proyecto? y seguidamente, la pregunta ¿Por qué?

Se procedió a analizar estadísticamente los resultados, tanto del contenido morfológico de las preguntas abiertas como de las pruebas inferenciales.

## **RESULTADOS**

En forma inicial, 567 alumnos provenientes del CCH Vallejo, Oriente, Azcapotzalco y Naucalpan aceptaron a participar en el proyecto. La distribución de las áreas de interés fueron las carreras relacionadas y agrupadas en Ciencias (52), Arquitectura (117), Actuaría (65), Diseño Industrial (37) e Ingenierías (296). Sin embargo, es menester exteriorizar que no se contó con suficientes prestadores de Servicio Social para trabajar con los estudiantes del CCH.

Por lo que se generó una prueba piloto con 60 estudiantes del CCH.

Los estudiantes de la FES Aragón citaron la oportunidad de obtener “experiencia práctica del mundo real” al hacer servicio comunitario, para mejorar diferentes habilidades, como las comunicativas.

La evaluación cuantitativa se enfocó en objetivos específicos de programas curriculares de Ingeniería. La figura 2, muestra la distribución de los prestadores del Servicio Social y los resultados de sus evaluaciones técnicas, al inicio y fin del proyecto.

En ambos casos de los gráficos, el eje de las abscisas indica el número del alumno que presentó la prueba, ya sea de matemáticas y/o PMP, antes de iniciar el proyecto y después de este.

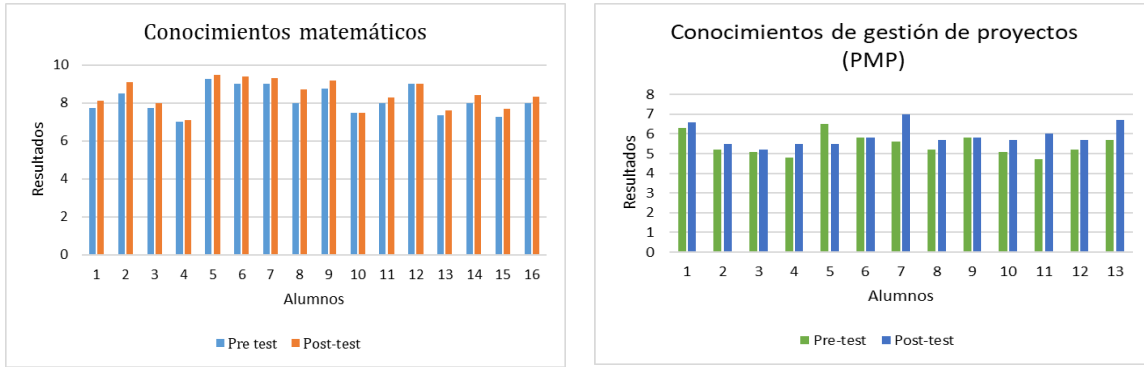


Figura 2. Resultados de los exámenes de conocimientos matemáticos y PMP

Nota Fuente: Proyecto PAPIME PE101119

A partir de la figura 2, se procedió a realizar una valoración inferencial, considerando un nivel de confiabilidad del 95%.

Los resultados generaron lo siguiente para la prueba de matemáticas, como se aprecia en la Tabla 2.

Tabla 2. Prueba t-pareada para examen de matemáticas

The screenshot shows a software window titled 'Session' with a sub-window 'Paired T-Test and CI: Post, Pre'. The main text reads 'Paired T for Post - Pre'. Below this is a table with the following data:

	N	Mean	StDev	SE Mean
Post	16	8.453	0.748	0.187
Pre	16	8.130	0.706	0.177
Difference	16	0.3232	0.1883	0.0471

Below the table, it states: '95% CI for mean difference: (0.2229, 0.4236)' and 'T-Test of mean difference = 0 (vs ≠ 0): T-Value = 6.87 P-Value = 0.000'.

El objetivo es monitorear el impacto del proyecto propuesto, esto es, el efecto positivo en el aprovechamiento académico y profesional de los prestadores de Servicio Social.

Así que la variable dependiente es el resultado de las pruebas matemáticas y de PMO, medidas en términos de su desempeño y la variable independiente, es el tiempo, el cual consistió en dos periodos: “antes” y “después” del Proyecto, lo cual se conoce como un estudio “pre-test post-test”. Se empleó una prueba t-pareada para determinar si hubo una diferencia estadísticamente significativa en el nivel de aprovechamiento antes y después del desarrollo del proyecto.

Observando la columna de la media (mean), existe un nivel de aprovechamiento antes y después (pre=8.130 y post=8.453), y también se da el resultado de la diferencia de medias, entre los dos periodos, que fue de 0.3232. En el último renglón se observa el cálculo de la desviación estándar para ambos estados, y también el error estándar (0.0471) para efectos estadísticos.

Más aún, el 95% del intervalo de confianza (CI) genera una diferencia de medias de (0.2229 a 0.4236). El último renglón de los resultados con un valor obtenido  $tvalue=6.87$  y el estadístico de prueba  $p-value=0$  en una distribución de dos colas.

Como  $p < 0.05$ , se puede concluir que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los dos periodos de tiempo. En otras palabras, la diferencia entre el desempeño antes y después del proyecto es significativo con 15 grados de libertad

De manera similar, se procedió con el análisis de datos para el test PMP, bajo el mismo diseño estadístico en el cual los resultados obtenidos fueron:

**Tabla 3. Prueba t-pareada para examen PMP**

Paired T-Test and CI: Post-PMO, Pre-PMO				
Paired T for Post-PMO - Pre-PMO				
	N	Mean	StDev	SE Mean
Post-PMO	13	5.900	0.537	0.149
Pre-PMO	13	5.462	0.545	0.151
Difference	13	0.438	0.625	0.173

95% CI for mean difference: (0.061, 0.816)  
 T-Test of mean difference = 0 (vs ≠ 0): T-Value = 2.53 P-Value = 0.026

Observando los resultados de la Tabla 3, el valor del estadístico  $p=0.026$ , el cual como es menor a 0.05 reafirma que el aprovechamiento de los prestadores, fue totalmente positivo.

Posteriormente, como parte de una evaluación sumativa, a los estudiantes de la FES Aragón, se les preguntó acerca de las tres habilidades que consideraron habían desarrollado a lo largo del proyecto.

En la Figura 2, los estudiantes, identificaron los siguientes atributos, cuyos porcentajes fueron: Trabajo en equipo (13.33%), Liderazgo (4.44%), Comunicación (17.78%), Organización y planeación (13.33%), Experiencia del mundo real (2.22%), Solución de conflictos (4.44%), Comprensión de una necesidad de la comunidad (8.89%), Herramientas digitales para la comprensión de matemáticas (15.55%), Mejor comprensión de conceptos matemáticos (17.78%), Capacidad de análisis (2.22%).

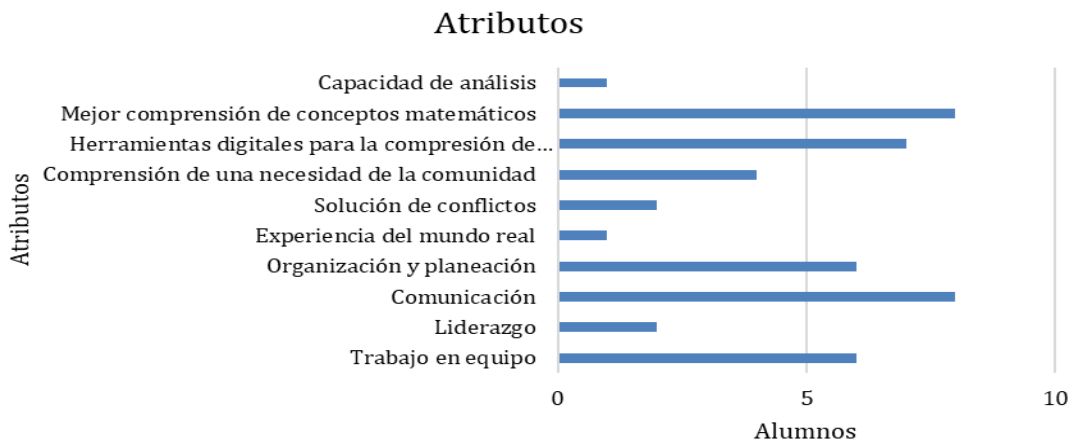


Figura 2. Atributos valorados por prestadores de Servicio Social de la FES Aragón

En la Figura 2, es interesante, comparar estas asignaciones con los puntajes de evaluaciones técnicas. Destaca de los resultados de la figura 2, que son congruentes estadísticamente con las percepciones de los estudiantes de Ingeniería, en términos del impacto positivo en la comprensión y aplicación de conceptos matemáticos.



Asimismo, la necesidad de mejorar sus esquemas de comunicación, requirió de los estudiantes a encontrar otras formas, más allá de las tradicionales. Por ello, percibieron que desarrollaron habilidades para el manejo de herramientas digitales de comunicación. Esta percepción, no se atribuye directamente a las sesiones presenciales de su formación, más bien, como de un “propio aprendizaje” al trabajar con estudiantes del CCH, y no de “enseñado” en un aula de clase.

Esto sugiere que el Proyecto es un vehículo efectivo para el desarrollo de competencias diversas en la práctica, en el sentido de ubicar temas técnicos en un contexto social, y de los cuales se fortalecen objetivos educacionales, en un ambiente de cooperación al abordar situaciones problemáticas en forma general y con visión.

Las evaluaciones, desde la perspectiva de la población conducida de los estudiantes del CCH, refuerzan la evidencia del alto valor del IPN sobre la experiencia de aprendizaje que tuvieron al interactuar con estudiantes de la FES Aragón. La valoración de satisfacción se ubicó en un 93.55%, lo cual denota la necesidad de continuar con actividades de apoyo comunitario local.

De hecho, los estudiantes del Bachillerato solicitaron tres temas de su interés, ubicando a la Trigonometría, Geometría y Cálculo como las de mayor interés.

## CONCLUSIONES

El proyecto *Inducción e integración para reforzar la formación matemática bajo modalidad “estudiante apoya al estudiante”* comprende nuevas dimensiones a la experiencia educativa en la FES Aragón. Esto incluye organizar equipos, planear actividades, fomentar la participación de estudiantes que les permita experimentar todas las fases del diseño de una intervención, en un contexto de servicio- aprendizaje.

Los equipos formados de prestadores de Servicio Social desarrollaron diferentes habilidades que les permitieron enfrentar situaciones distintas de las que comúnmente viven, más aún, desarrollaron relaciones con una comunidad local, el CCH, generándose un compromiso mutuo entre pares.

Algo importante también para los prestadores de Servicio Social fue la estrecha interrelación que se generó entre ellos y los profesores tutores de la FES Aragón, ya que permitió establecer canales de comunicación abierta, lo cual fue enriquecedor para ambas partes.

Se puede decir que este proyecto tiene las características para continuar, ya que en esta primera etapa puede considerarse como exitoso: Los estudiantes del CCH tuvieron sesiones de matemáticas con una percepción favorable, los prestadores de Servicio Social elevaron distintas variables y los tutores profundizaron la comprensión de la situación de enseñanza en el bachillerato.

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

**BIBLIOGRAFÍA**

- Bringle, R., & Hatcher, J. (1996). Implementing service learning in higher education. *Journal of Higher Education*, 67, 221-239
- Clayton, P. & Ash, S. (2004). Shifts in Perspective Capitalizing on the Counter-Normative Nature of Service- Learning. *Michigan Journal of Community Service Learning*, 11, 59-70
- Dougherty, D. (2008). *What Service Customers Really Want*. U.S.: Harvard Business Review
- Felten, P., & Clayton, P. (2011). Service- Learning. En C. Whlburg, *New Directions for Teaching and Learning* (págs. 75-84). England: Wiley & Sons
- Nunally, J. (1987). *Teoría psicométrica*. México: Trillas
- Project Management Professional (2017). *Marco de Referencia de la Gestión de Proyectos*. Valencia, España
- Rigaud, N., Blanco, R. y Sosa, M. (2019). Generación de evidencias de aprendizaje matemático y competencias profesionales mediadas por una estrategia tecnopedagógica. *Revista ANFEI Digital*, vol. 11, pp.1-11. Recuperado de: <https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/546>