



---

# Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación con futuros docentes de matemática

## Project-Based Learning: An Innovation Experience with Future Mathematics Teachers

*Carlos Monge Madriz*<sup>1</sup>

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Costa Rica  
[camonge@itcr.ac.cr](mailto:camonge@itcr.ac.cr)

*Zuleyka Suárez Valdés-Ayala*<sup>2</sup>

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Costa Rica  
[zsuarez@itcr.ac.cr](mailto:zsuarez@itcr.ac.cr)



### Resumen

En este artículo, se reportan los resultados de implementar el aprendizaje basado en proyectos (ABP) en tres cursos de la carrera Enseñanza de la Matemática con Entornos Tecnológicos (MATEC) del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), a saber: Didáctica de la Geometría, Didáctica de la Estadística y la Probabilidad y Didáctica



Recibido: 21 de mayo de 2022. Aprobado: 12 de julio de 2023

<http://doi.org/10.15359/rep.18-1.6>

- 1 Carlos Monge Madriz es máster en Didáctica, de la Universidad de Granada de España. Actualmente, trabaja como profesor y extensionista de la Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://orcid.org/0000-0002-5148-2797>
- 2 Zuleyka Suárez Valdés-Ayala es doctora en Educación, de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. Actualmente, trabaja como profesora, investigadora y extensionista de la Escuela de Matemática del Instituto Tecnológico de Costa Rica. <https://orcid.org/0000-0002-1822-4825>

del Álgebra y Funciones. En total, participaron 60 estudiantes universitarios que conformaron 15 grupos de trabajo para impartir talleres a docentes de primaria. La experiencia mostró resultados muy positivos y los alumnos pudieron poner en práctica competencias que implementarán como profesionales, lo cual les permitió reafirmar su vocación hacia la enseñanza, al desarrollar habilidades como la toma de decisiones y el trabajo en equipo. Además, se logró poner de manifiesto la teoría de estos cursos, cumpliendo con los lineamientos que establece la carrera MATEC. En cuanto al uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), se aprendieron aplicaciones tecnológicas y cómo generar, con ellas, propuestas didácticas. Estas últimas provocaron un impacto positivo en los docentes en ejercicio que recibieron los talleres.

**Palabras clave:** Aprendizaje activo, educación a distancia, competencias del docente, docentes de secundaria, enseñanza de las matemáticas.



#### **Abstract**

This paper shows the implementation results of Project-Based Learning (PBL) in three courses of the undergraduate program “Mathematics Education with Technological Environments” (MATEC) at the Costa Rica Institute of Technology (ITCR). The analyzed courses were Geometry Teaching, Statistics and Probability Teaching, and Algebra and Functions Teaching. Sixty university students participated. In total, fifteen groups were created to give workshops to primary school teachers. The experience showed very positive results. The students apply competencies that they will implement as professionals. This allowed them to reaffirm their vocation towards math teaching by developing skills such as decision-making and teamwork. In addition, they were able to apply the theory of these courses into practice, complying with the guidelines established by the MATEC career.

**Keywords:** active learning, distance education, teacher qualifications, teachers, mathematics education



## Introducción

**E**n marzo de 2019, la realidad de los docentes de Costa Rica y del mundo entero cambió debido a la pandemia de COVID-19. Esto provocó que los maestros, acostumbrados a las clases presenciales, tuvieran que adaptarse a programar los contenidos de forma virtual, sin estar preparados. En palabras de [Aguilar \(2020, p. 218\)](#), el pasar a esta modalidad “no causó dificultades de aprendizaje en comunidades educativas con un escenario autónomo con respecto al uso de las TIC, sin embargo, la situación fue grave para aquellas instituciones con insuficientes recursos tecnológicos y con una nula capacitación docente”.

Las circunstancias pandémicas, además, generaron un gran estrés en el profesorado, según reportan numerosas investigaciones latinoamericanas y europeas, plasmadas en [Robinet-Serrano y Pérez-Azahuanche \(2020, p. 647\)](#), en las cuales se argumenta que aquel se debe a una “mayor demanda de tiempo para calificar los trabajos de sus estudiantes, y atender responsabilidades propias del hogar”, así como a la necesidad de “replantear sus métodos para así seguir desarrollando las actividades”.

Al analizar modalidades de enseñanza, se evidencia, como menciona [Aguilar \(2020, p. 215\)](#), que las clases presenciales tienen ventajas al facilitar

la habilidad comunicacional entre el agente y el sujeto educativo, pues el proceso comunicacional favorece el trabajo cooperativo, además el lenguaje en los espacios presenciales da lugar al contacto humano no solo por medio de palabras sino también por las expresiones corporales, expresadas a través de gestos, posturas o movimientos.

Sin embargo, según [Aguilar \(2020\)](#), con la pandemia “se reemplazó el aula de clases por espacios emergentes: dormitorio, comedor, sala, cuarto de estudio u otros similares y el contacto social entre compañeros de clases, amigos o docentes se limitó únicamente al contacto familiar” (p. 217). Acorde con esta autora, se crea una realidad ficticia que impide, generalmente, el manejo de las emociones y la aplicación de adaptaciones curriculares adecuadas. Además, al profesor le genera estrés “el hecho de buscar soluciones para que cada estudiante adquiriera los conocimientos básicos, desarrolle habilidades y destrezas cognitivas,

procedimentales y actitudinales que permitan alcanzar una formación integral con aprendizajes significativos” (Aguilar, 2020, p. 217).

Lo anteriormente expuesto impacta a todos los sistemas educativos de los países, desde primaria hasta niveles de educación superior. En el caso del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), las lecciones en modalidad remota, dada la pandemia, empezaron a impartirse desde el 16 de marzo del 2020, lo cual implicó diversos retos en el cuerpo docente: “aprender el manejo de diversas aplicaciones, adaptar los contenidos de los cursos, modificar las formas de evaluación y asegurarse de que sus estudiantes contaran con todos los recursos que les permitieran alcanzar los objetivos planteados” (Montero, 2020, párr. 2).

Una de las carreras impartidas por el ITCR, que evidentemente sufrió esta afectación, fue la de Enseñanza de la Matemática con Entornos Tecnológicos (MATEC), encargada de la formación de profesionales en la enseñanza de la matemática. Específicamente, para los cursos de Didáctica de la Geometría, Didáctica de la Estadística y la Probabilidad y Didáctica del Álgebra de Funciones, se necesitó recurrir a tácticas de abordaje innovadoras para el fomento de ciertos ejes estratégicos de la carrera, especialmente el de “vinculación con la educación media”. Lo previo sucedió, pues, antes de la pandemia, los futuros profesores debían asistir a instituciones de secundaria a realizar observaciones de clase o impartir algunas lecciones y tener un acercamiento a la realidad educativa costarricense, requisitos difíciles de implementar, debido a todas las restricciones generadas por la COVID-19.

Al pasar de un modelo de enseñanza tradicionalmente presencial a uno distinto, como mencionan García-Planas y Taberna (2021, p. 178), es preciso considerar que “las estrategias, los roles y los recursos se dinamizan de manera diferente”, y las tecnologías de información y comunicación (TIC) se utilizan con mayor intensidad. Además, el estudiante debe ser el centro de atención en el proceso de enseñanza-aprendizaje, por lo cual es pertinente brindarle apoyos, para que su participación sea activa, con estrategias y una mediación docente que le permitan adquirir competencias en “la planificación, el trabajo en equipo, uso de tecnologías, manejo de la frustración y resolución de conflictos” (Umaña-Mata, 2020, p. 42).

Por lo dicho, se decidió promover el aprendizaje basado en proyectos (ABP), a través de una experiencia innovadora que permitiera apoyar el eje estratégico de “vinculación con la educación media” de



la carrera MATEC. Específicamente, los futuros profesores debieron planear, diseñar, implementar y evaluar talleres virtuales orientados a la enseñanza de herramientas tecnológicas y estrategias didácticas para el abordaje de contenidos de probabilidad, estadística, geometría, álgebra o números. Estas sesiones de taller tuvieron la finalidad de capacitar y actualizar a docentes de educación primaria, matriculados en el proyecto “Capacitación y actualización en matemática, didáctica y tecnología para docentes de primaria en el contexto de los programas aprobados en el 2012 por el Consejo Superior de Educación” (RENOVA), desarrollado por la Escuela de Matemática del ITCR, durante los años 2020, 2021 y 2022.

### Antecedentes

Es posible identificar, en la bibliografía, diversas experiencias relacionadas con el uso del APB en ambientes universitarios, encaminadas a la formación de profesionales en distintos campos y, especialmente, a la de docentes en preparación. Al respecto, [Toledo y Sánchez \(2018\)](#) proponen una vivencia de innovación, en la cual se utilizó el ABP con 197 estudiantes de Educación Infantil de la Universidad de Sevilla (España). Los autores concluyen que lo experimentado les permitió poner de manifiesto habilidades relacionadas con el trabajo en equipo como comunicación, responsabilidad o toma de decisiones, pero también aquellas relacionadas con la gestión y búsqueda de información bibliográfica. Se resuelve que el ABP genera una mejor calidad para desarrollar un proceso de enseñanza-aprendizaje más significativo.

[Ausín et al. \(2016\)](#) proponen el ABP, incorporando las TIC, con 52 estudiantes de Pedagogía de la Universidad de Burgos en España. El proyecto consistió en la realización de un *podcast* en una radio educativa. Los resultados muestran un gran interés por parte del alumnado y resaltan aspectos positivos ligados a la comunicación y al trabajo colaborativo. El ABP permitió que los estudiantes adquirieran destrezas con el uso de las TIC, propició un aprendizaje más activo, resaltando en ellos la motivación por el curso. Además, generó una enseñanza más contextualizada y cercana a la realidad profesional de los alumnos.

[Alonso-Ferreiro \(2018\)](#) utilizó el ABP para el desenvolvimiento de competencias digitales en estudiantes de grado de maestro en Educación Infantil, de la Universidad de Santiago de Compostela (España), los cuales desarrollaron una propuesta didáctica que implementara el

uso de las TIC para un centro educativo infantil. Los resultados demostraron que se le debe dar relevancia a metodologías activas en carreras de formación de profesores; los estudiantes pueden notar cómo los contenidos del curso tienen una aplicación activa en un contexto y un impacto para su desempeño profesional.

Barquero (2020) aplica una experiencia de ABP con futuros profesores del Bachillerato en la Enseñanza de los Estudios Sociales y Educación Cívica, de la Escuela de Historia, de la Universidad Nacional de Costa Rica. Este trabajo fue desarrollado a lo largo del curso lectivo y tuvo incidencia directa con los contenidos por estudiar. La vivencia les permitió vincularse con situaciones reales de su ámbito laboral.

Por otro lado, Vargas (2021) utiliza el ABP con futuros profesores de matemáticas, en un proyecto de grabación de videos sobre temáticas relacionadas con geometría en tiempos de pandemia. Los resultados, al igual que los anteriores, evidencian más motivación al aprender, un uso adecuado de la tecnología y una mayor comunicación entre docente y sus estudiantes.

Las experiencias expuestas denotan el impacto positivo que tiene el ABP en la formación de futuros profesionales en educación. Se resalta un aprendizaje más activo y centrado en el estudiante, que permite aplicar los contenidos del curso a situaciones, bajo un posible contexto al que el alumnado se pueda enfrentar en un futuro. Además, favorece habilidades relacionadas con el trabajo en equipo, la comunicación, la creatividad o la toma de decisiones.

## Referentes teóricos

### *Competencias para desarrollar en la formación de docentes*

Gómez (2010) señala que muchas instituciones educativas convencionales han brindado cualidades a los procesos de enseñanza-aprendizaje, que no benefician el desarrollo de las competencias humanas esenciales. Por ejemplo: aprobar pruebas escritas como un fin del aprendizaje, manejar actividades meramente mecánicas que se memorizan para repetirlas o mostrar el conocimiento como algo ya finalizado y que solamente se replica sin posibilidad de argumentarlo, reflexionarlo o criticarlo. Esto implica un reto en la formación de docentes, especialmente porque los futuros profesores traen consigo creencias y experiencias de la escuela tradicional donde se formaron.



Por tanto, esta actividad formativa debe orientarse a favorecer que se pueda evolucionar o transformar, considerando, primeramente, las competencias humanas, para luego ir desarrollando las profesionales (Gómez, 2010).

Torres *et al.* (2014), caracterizan las competencias docentes como un “contenido de un saber específico”, que “permiten desarrollar los conocimientos, habilidades y actitudes para que el alumno se desempeñe en los diferentes ámbitos de la vida social” (p. 130). Esto quiere decir que dichas competencias son un apoyo para la construcción de ciudadanos con cualidades que les ayuden a vivir en una sociedad cada vez más compleja, fortalecer los procesos educativos y promover la generación de habilidades pertinentes para el futuro desempeño profesional.

Para el logro de estas competencias, los programas de estudio enfocados en la formación de profesores de cualquier ámbito deben centrarse en promover el desarrollo de proyectos que permitan involucrar a los eventuales docentes en situaciones similares con las que podrían encontrarse en su práctica educativa. Lo anterior posibilitará identificar obstáculos que estén presentes en los sistemas educativos, con la finalidad de que se reflexione, se propongan soluciones innovadoras y se consideren diversos escenarios a los que la docencia puede enfrentarse (Gómez, 2010). Aunado a lo señalado, según Muñoz-Rodríguez *et al.* (2020, p. 155) también es preciso poner énfasis en “el desarrollo de competencias relacionadas con la gestión del aula, la retroalimentación o la toma de decisiones en la comunidad educativa”, sin perder de vista “la especificidad de la pedagogía matemática y las necesidades manifestadas por cada uno de los perfiles identificados”.

Siguiendo a Valero *et al.* (2020), “el aprendizaje después de la pandemia requiere de profesores capacitados en el aprovechamiento de las tecnologías, herramientas y plataformas disponibles para desarrollar habilidades utilizando lenguaje sencillo, didáctico y digital en el nuevo formato de la educación virtual” (p. 1211). Esto mismo lo reafirma Sánchez-Ávila (2021), como un desafío en la formación de docentes de matemática en Costa Rica, el cual se evidenció con la situación de la pandemia por COVID-19, al indicar que los centros de educación superior encargados de la instrucción de profesores de matemáticas deben generar profesionales con habilidades para favorecer espacios de aprendizaje remotos, apoyados de adecuadas herramientas y estrategias de evaluación, que vayan de la mano de los procesos matemáticos y las

metodologías propuestas en los planes de estudio de matemáticas del Ministerio de Educación Pública.

En general, debe buscarse que el futuro profesor utilice instrumentos tangibles o basados en conceptos que le ayuden a caracterizar situaciones propias de la enseñanza de la matemática, de acuerdo con el contexto o la problemática, según la comunidad a la que pertenezca, además de que pueda evolucionar en un ambiente rodeado de “prácticas sociales” (Llinares, 2012).

### ***Aprendizaje basado en proyectos***

En muchos sistemas universitarios alrededor del mundo, siguen prevaleciendo metodologías tradicionales en las cuales el profesor es visto como la fuente del conocimiento que luego es depositado en sus estudiantes, lo cual trae consecuencias nada favorecedoras en el aprendizaje (Ausín *et al.*, 2016; Barquero, 2020). Esta situación requiere un cambio urgente.

La pandemia por COVID-19 y el paso del aprendizaje presencial al remoto permitieron generar espacios de reflexión para analizar las metodologías que podrían ser aplicadas en un ambiente de enseñanza-aprendizaje virtual, apoyadas en las TIC, así como favorecedoras de un aprendizaje activo y centrado en el estudiante. Aunado a lo anterior, y pensando en un ambiente universitario, es necesario generar espacios donde el alumnado tenga que desempeñarse en circunstancias similares a las que pueda experimentar cuando sea profesional activo en la sociedad (Alonso-Ferreiro, 2018; Toledo y Sánchez, 2018).

La metodología de ABP es una vía para fomentar un aprendizaje activo y significativo (Ausín *et al.*, 2016; Calderón y Loja, 2021; Soparat *et al.*, 2015), que se puede implementar en un ambiente de enseñanza remota y que favorece el uso de las TIC (Ausín *et al.*, 2016); además, permite enfrentar a estudiantes universitarios a ambientes simulados, como los de su práctica profesional (Alonso-Ferreiro, 2018; Toledo y Sánchez, 2018). El ABP toma como sus pilares las teorías constructivistas de profesionales en educación o psicología como Jerome Brunner, John Dewey, Jean Piaget y Lev Vygotsky (Martí *et al.*, 2010; Northwest Regional Educational Laboratory, 2016; López, 2016).

Toledo y Sánchez (2018, p. 473) definen el ABP como “un tipo de instrucción que permite a los estudiantes llevar a cabo las investigaciones, integrar la teoría y la práctica, y aplicar los conocimientos y





habilidades para desarrollar una solución viable a un problema definido.” Ampliando lo anterior, se conceptualiza un proyecto como aquella actividad que es significativa a largo plazo, centrada en el alumnado y que le posibilita construir su propio saber (López, 2016; Soparat *et al.*, 2015), lo cual le insta a “generar productos, servicios o comprensiones capaces de resolver problemas, o satisfacer necesidades e inquietudes, considerando los recursos y el tiempo asignado” (Cobo y Valdivia, 2017, p. 5).

En una metodología como el ABP, los alumnos desarrollan una serie de habilidades y competencias que les permiten ser creativos, plantear caminos para poder dar respuesta a una problemática, formar técnicas investigativas, implementar criticidad en los pensamientos, generar espacios de reflexión, favorecer el trabajo en equipo, analizar concepciones y empatarlas con datos recientes, comunicar hallazgos, afianzar el uso de las TIC e involucrar el pensamiento crítico y analítico (Alonso-Ferreiro, 2018; Ausín *et al.*, 2015; Calderón y Loja, 2021; Martí *et al.*, 2010; López y Lacueva, 2007; López, 2016; Toledo y Sánchez, 2018). Lo anterior se da en torno a un proyecto basado en una situación que se enmarca en un contexto real, lo cual deja tener una acción vinculante con los objetivos o metas de aprendizaje del curso, al enfrentar al estudiantado a situaciones propias de su práctica profesional (Alonso-Ferreiro, 2018; Ausín *et al.*, 2015; Barquero, 2020; Cobo y Valdivia, 2017; Toledo y Sánchez, 2018; Soparat *et al.*, 2015).

Diversos estudios concluyen que el ABP es una metodología bastante beneficiosa en la motivación, la autoestima, el compromiso y el interés hacia la asignatura que se está estudiando (Barquero, 2020; López, 2016; Toledo y Sánchez, 2018), por lo que el docente debe proponer un proyecto valiéndose de temáticas vinculadas a afinidades de los estudiantes, con la intención de lograr esa significatividad en el aprendizaje (Rekalde y García, 2015).

El papel docente en la implementación del ABP debe ser meramente de guía, facilitador y motivador, no debe imponer ideas, sino favorecer el intercambio de experiencias e incluso puede llegar a aprender de las soluciones o puestas en marcha de sus estudiantes (Barquero, 2020; López, 2016; Martí *et al.*, 2010; Rekalde y García, 2015). Además, el profesor tiene un rol relevante con respecto a la evaluación del proyecto, en el cual

ésta se debe abordar desde su sentido más holístico, poniendo en juego técnicas, instrumentos y dinámicas de evaluación que sintonicen los resultados del aprendizaje con las evidencias que el alumnado aporta, dando cabida, no sólo, a la heteroevaluación, sino a instrumentos de autoevaluación y evaluación entre pares. (Rekalde y García, 2015, p. 230)

Estos proyectos necesitan una basta planificación, en la que exista conciencia y claridad de las metas por lograr, teniendo presente lo que se desea alcanzar con el producto, el servicio o la solución a la problemática planteada (Toledo y Sánchez, 2018).

Vargas (2021) distingue las siguientes fases en la ejecución de un proyecto: 1. inicio (se analizan aspectos iniciales del proyecto, como lapsos, materiales requeridos, entre otros); 2. planificación (se comienzan a plantear todas las actividades por realizar y los requerimientos para llevarlas a cabo); 3. ejecución (se implementan las actividades planteadas); 4. monitoreo y control (conforme se realiza la ejecución, se van efectuando evaluaciones en el camino); y 5. cierre (se evalúa el proyecto y se verifica el cumplimiento de las metas u objetivos de este). Las fases anteriores pueden variar, dependiendo del tipo de proyecto que se realice, pero, por lo general, consideran un esquema muy similar.

## **Estrategia metodológica**

### ***Objetivos de la experiencia de innovación***

Este proyecto de innovación se enfocó, en primera instancia, en desarrollar los siguientes objetivos de aprendizaje de tres programas de estudio, correspondientes a los cursos de 1. Didáctica de la Geometría, 2. Didáctica de la Estadística y la Probabilidad y 3. Didáctica del Álgebra y Funciones, impartidos por la Escuela de Matemática del ITCR:

- Desarrollar la capacidad del estudiante de observar, comprender y analizar los procesos de aprendizaje, en relación con la geometría.
- Incorporar las tecnologías de información y comunicación en las actividades de enseñanza-aprendizaje de la geometría, que promuevan el aprendizaje autónomo y la atención a la diversidad del aula.



- Desarrollar competencias para utilizar como herramientas didácticas las tecnologías de la información y comunicación, en las actividades de enseñanza-aprendizaje de la aritmética, el álgebra y las funciones, así como de la historia de la matemática.
- Valorar las posibilidades y limitaciones que tienen diferentes materiales y recursos didácticos, para apoyar la enseñanza-aprendizaje de la estadística y la probabilidad.
- Estudiar metodologías específicas para la enseñanza de la estadística y la probabilidad.

Posteriormente, el trabajo que los estudiantes debían desarrollar se situó en el proyecto de extensión RENOVA de la Escuela de Matemática del ITCR, con el siguiente objetivo principal: capacitar y actualizar en matemática, didáctica y tecnología a docentes de educación primaria de Costa Rica.

### ***Muestra***

Esta experiencia se llevó a cabo durante el 2021 y el primer semestre del 2022, en la cual se involucraron 60 estudiantes universitarios de la carrera MATEC del ITCR. Los participantes realizaron el proyecto en tres grupos diferentes: 19 efectuaron el proyecto durante el primer semestre del 2021, en el curso de Didáctica de la Estadística y la Probabilidad; 25, en el segundo semestre del 2021, en el curso de Didáctica de la Geometría, y 16, en el primer semestre del 2022, en el curso de Didáctica del Álgebra y Funciones. El alumnado se dividió en equipos de cuatro a cinco integrantes; en total se conformaron 15 grupos de trabajo.

### ***Diseño y procedimiento de la innovación***

En concordancia con [Toledo y Sánchez \(2018\)](#), la metodología de proyectos debe presentar una fuerte planificación por parte de los docentes y estudiantes involucrados; la idea es que los participantes tomen conciencia de los objetivos que lo fundamentan, mediante un planeamiento, el cual recoja características principales de la experiencia y las metas que se pretenden lograr. Para alcanzar lo anterior, se siguieron las cinco etapas para el desarrollo de un proyecto, propuestas por [Vargas \(2021\)](#). Las fases se describen a continuación:

- *Primera fase: inicio*

A los estudiantes se les presentó un contexto general referente a la educación primaria en nuestro país, en el cual se enmarcó el proyecto. En concordancia con [Agüero et al. \(2022\)](#):

La educación primaria debe ser apoyada como el primer frente de batalla para evitar el fracaso escolar en matemática, ya que el bajo rendimiento académico y el poco aprecio de esta disciplina por parte de los estudiantes son dos problemas que enfrenta la educación matemática costarricense. (p. 6)

Además, [Alpízar-Vargas y Alfaro-Arce \(2019\)](#) argumentan que, en Costa Rica, no hay evidencia de una línea estándar que enmarque las carreras de formación de docentes de educación primaria, al existir grandes diferencias entre los distintos programas que ofrecen las universidades; por tanto, las debilidades o carencias deben ser solventadas con adecuados programas de capacitación y actualización por parte del Ministerio de Educación Pública (MEP) o las universidades con carreras que instruyan profesores.

Después de que los estudiantes conocieron el contexto, se les indicó que la finalidad de su proyecto era diseñar, planear, implementar y evaluar un taller virtual de capacitación docente de unos 60 a 90 minutos. Para ello, debían buscar una problemática que quisieran intentar apoyar con el taller y así brindar validez a su propuesta. Las principales problemáticas seleccionadas por el alumnado se basaban en errores o dificultades que presentan estudiantes o docentes de primaria en contenidos matemáticos y que son recopiladas por las investigaciones. Por ejemplo, se trataron dificultades o errores generados por figuras estereotipadas como las alturas de triángulos, niveles de comprensión y lectura de gráficos estadísticos, intuiciones probabilísticas erróneas o complejidades relacionadas con el concepto de cuadrilátero, entre otros.

Cada equipo de trabajo también generó una lluvia de ideas sobre posibles actividades que podrían ayudar a solventar las problemáticas planteadas y que pudieran ser enseñadas a docentes de primaria en un taller de capacitación virtual. Para esto, debieron considerar aspectos como el tiempo de duración de las actividades, la posibilidad de realizarlas en esta modalidad o los materiales o recursos necesarios, tanto para los participantes como para los capacitadores.



- *Segunda fase: planificación*

Para esta segunda etapa, tomando como base las ideas generadas en la fase anterior, se realizó la planificación concreta de cada taller. Este debía contener lo siguiente:

1. Título del taller
2. Objetivos
3. Materiales (de los capacitadores y participantes)
4. Estructura del taller: introducción (breve motivación, objetivos del taller, conocimientos y habilidades del MEP que serán desarrollados), desarrollo (descripción detallada de actividades y los tiempos aproximados de duración) y conclusión (resumen de ideas y evaluación del taller).

En esta parte, se hizo hincapié en que las actividades debían permitir la interacción y participación constante de los docentes de primaria por capacitar. Después de que los estudiantes entregaron su planificación, el profesor de los cursos los revisó y tuvo una reunión con cada equipo para brindar observaciones.

- *Tercera fase: ejecución*

En esta etapa, los estudiantes aplicaron sus talleres virtuales por medio de la plataforma *Zoom*. Por lo general, la introducción y conclusión la efectuaron con todos los docentes participantes que se inscribieron, pero, para el desarrollo del taller, se conformaron salas de grupos reducidos en la misma plataforma, para brindar una atención más individualizada y eficaz. Al finalizar el taller, los docentes de primaria involucrados completaron una encuesta de evaluación de la actividad.

- *Cuarta fase: monitoreo y control*

[Vargas \(2021\)](#) indica que esta fase, por lo general, ocurre de forma paralela con la anterior. Los estudiantes capacitadores constantemente monitorearon y controlaron los tiempos y actividades que iban desarrollando en el taller.

- *Quinta fase: cierre*

En esta etapa, los estudiantes debían evaluar su experiencia al brindar los talleres. La reflexión giraba en torno a aspectos de mejora en una futura implementación de la capacitación, dificultades enfrentadas y el impacto del proyecto en su formación como futuros profesores de

matemáticas. Para lograr lo anterior, presentaron un informe y grabaron un video de no más de 12 minutos que resumiera las principales actividades realizadas en el taller impartido. Este audiovisual se subió en el sitio web del proyecto RENOVA ([www.tec.ac.cr/renova](http://www.tec.ac.cr/renova)). Finalmente, completaron una autoevaluación y coevaluación con la intención de calificar el desempeño propio y de los compañeros a lo largo de todo el proyecto.

### Resultados y discusión

En total fueron 15 los talleres que se diseñaron, implementaron y evaluaron. Cinco correspondieron al área de geometría, seis al área de estadística y probabilidad, tres a relaciones y álgebra y uno sobre números. En la tabla 1, se muestran los títulos de los talleres, los temas tratados y los niveles de primaria a los que se dirigieron.

**Tabla 1**

*Títulos, temáticas y niveles educativos de los talleres diseñados, implementados y evaluados del proyecto de innovación*

Título	Temática	Nivel educativo
La magia de las líneas rectas y curvas	Tipos de líneas	1.º y 2.º
Aprendiendo de cuadriláteros con bloques de patrones	Cuadriláteros	4.º
Exploremos el mundo de los cuerpos sólidos	Cuerpos sólidos	6.º
Juega, aprende y explora con los prismas mágicos	Cuerpos sólidos	4.º
Tracemos alturas de triángulos	Triángulos	4.º
Aprendamos probabilidad mientras corremos	Tipos de eventos	5.º
Aprendiendo probabilidad de eventos utilizando una urna digital de pelotas	Regla de Laplace	6.º
Una forma dulce de aprender probabilidad	Definición laplaciana de probabilidad y propiedades	6.º
Juguemos con la probabilidad	Situaciones o experimentos y eventos	3.º



Título	Temática	Nivel educativo
Usemos Gapminder para enseñar estadística	Diagramas lineales	6.º
¿Nos mienten los datos o la vista?	Frecuencias porcentuales y comparación entre grupos	6.º
De la aritmética al álgebra con sucesiones	Sucesiones geométricas	6.º
Inecuaciones interactivas en la web	Inecuaciones de primer grado	6.º
Aprendiendo fracciones de manera dinámica	Fracciones equivalentes	6.º
Ecuaciones divertidas	Ecuaciones de primer grado	6.º

*Nota:* Elaboración propia.

En total, 12 de los talleres diseñados emplearon aplicaciones tecnológicas como: *Gapminder*, *Mathigon* o *Geogebra*. Los otros tres talleres requirieron materiales concretos (como hilo o cartón) para ejecutarse, sin embargo, se utilizaron aplicaciones tecnológicas que permitían emular lo realizado con esos materiales concretos. Todas las actividades implicaron una gran participación, pues los maestros debieron realizar dinámicas con los materiales físicos o experimentar con los recursos tecnológicos propuestos. Al finalizar cada uno de los talleres, se reflexionó sobre consideraciones teóricas que fueran importantes para llevar a cabo las propuestas didácticas en el aula.

En total, 93 docentes de primaria de 77 centros educativos participaron en los 15 talleres brindados, 54 en la oferta del primer semestre del 2021, 47 en el segundo semestre del 2021 y 33 en el primer semestre del 2022; de ellos, 41 repitieron en alguno de tres bloques de talleres semestrales. El profesorado era de todas las provincias de Costa Rica, mayormente de Cartago y San José.

En cada cierre del taller, los participantes completaron una evaluación de las actividades planteadas. Se utilizó una escala tipo Likert con las calificaciones “muy buena”, “buena”, “regular”, “mala” o “deficiente”, y debían evaluar cada una de las categorías que se muestran en la tabla 2. En esta, se plasman los porcentajes obtenidos por cada una de las opciones seleccionadas. Las alternativas “mala” o “deficiente” no aparecen, debido a que ningún participante las clasificó con esos rubros.

**Tabla 2**  
*Calificación de los talleres brindada por los docentes de primaria participantes*

<b>Categoría</b>	<b>Calificación</b>	<b>Participantes</b>
Cumplimiento de expectativas	Muy buena	90 %
	Buena	6 %
	Regular	4 %
Pertinencia para el aprendizaje del contenido matemático	Muy buena	92 %
	Buena	6,7 %
	Regular	1,3 %
Pertinencia y eficacia de los materiales o recursos utilizados	Muy buena	94 %
	Buena	5.3 %
	Regular	0.7 %
Relevancia para su trabajo docente	Muy buena	93.3 %
	Buena	6 %
	Regular	0.7 %
Calidad general	Muy buena	90 %
	Buena	8.7 %
	Regular	1.3 %

*Nota:* Elaboración propia.

De la tabla 2, se puede observar que, en todas las categorías, el 90 % o más de los participantes las califica como “muy buena”, lo cual evidencia que el objetivo de estas capacitaciones se cumplió en forma excelente. En general, la aceptación de los talleres fue muy bien valorada, así como los docentes de primaria participantes se mostraron muy interesados y contentos de las secuencias didácticas que se les presentaron. En cuanto a los estudiantes capacitadores, las dificultades en el desarrollo de sus actividades fueron mínimas, mayoritariamente relacionadas con el manejo del tiempo o con la solución de problemas de los participantes con el uso de la plataforma o las aplicaciones tecnológicas utilizadas.

En el informe de la última etapa, los futuros profesores debían anotar una pequeña reflexión sobre el impacto que tuvo la participación en el proyecto en su formación. Estos se mostraron altamente satisfechos, al poder aproximarse a la realidad educativa del país, emular la experiencia de brindar una clase y aplicar los contenidos que aprendieron en los cursos universitarios. Al respecto dos estudiantes manifestaron:





considero que esta actividad fue gratificante, puesto que a nosotros como futuros docentes nos saca de la zona de confort y nos hace traer un poco a la realidad lo que muy probablemente vivamos en nuestros periodos de clases (estudiante que ejecutó el taller de “Aprendiendo de cuadriláteros con bloques de patrones”).

el trabajo en conjunto refuerza aspectos importantes aprendidos en el curso Didáctica de la Probabilidad y Estadística, donde no solo queda en teoría todo esto, sino que se pone en juego y en un ambiente real lo aprendido (estudiante que ejecutó el taller “¿Nos mienten los datos o la vista?”).

En los comentarios, también se resalta cómo la experiencia del proyecto y, en especial, la ejecución de este les permitió a los futuros profesores poner en práctica diversas habilidades importantes para su labor docente y poder identificar algunas debilidades:

Me ayudó a practicar ciertas habilidades como el manejo de grupo, gestión adecuada del tiempo, transmitir conocimiento y propiamente disfrutar de la docencia (estudiante ejecutor del taller “Una dulce forma de aprender probabilidad”).

El preparar un taller didáctico y llevarlo a cabo es la experiencia más cercana que he tenido a planear y dar una clase, sin duda he aprendido mucho tanto en la parte de planeamiento como en la de ejecución (estudiante ejecutor del taller “Juega, explora y aprende con los prismas mágicos”).

También, muchos manifestaron cómo el ABP los motivó y fue una experiencia gratificante para su formación como futuros profesores. Algunos comentarios fueron:

Más allá de verlo como la obligación de cumplir con un proyecto para ganar el curso, fue algo que disfruté (estudiante ejecutor del taller “Juega, explora y aprende con los prismas mágicos”).

Este proyecto fue mi reafirmación de que estoy en la carrera correcta. En general, fue una experiencia muy valiosa y espero

poder repetirla pronto (estudiante ejecutor del taller “Tracemos alturas de triángulos”).

Los docentes que participaron fueron muy divertidos y amables, la verdad una de las mejores experiencias que he vivido (estudiante que brindó el taller “La magia de las líneas rectas y curvas”).

Algunos estudiantes quedaron muy entusiasmados de repetir la experiencia de impartir el taller planeado en el proyecto, con las mejoras que plantearon al realizar la ejecución. Tres de los talleres fueron presentados en congresos internacionales y se espera que otros puedan replicarse en un futuro cercano en otros espacios académicos.

## Conclusiones

La aplicación del APB con futuros profesores de matemáticas mostró resultados muy positivos, puesto que los estudiantes logran poner en práctica competencias similares a las que desempeñarán como profesionales, a saber: planeamiento, construcción de actividades didácticas, manejo del tiempo, comunicación oral, uso adecuado de las TIC y manejo de un grupo; todo ello en un ambiente completamente virtual. Además, el alumnado pudo percatarse de sus capacidades y limitaciones. Al igual que los resultados de otros estudios (Barquero, 2020; Toledo y Sánchez, 2018; Ausín *et al.*, 2016), esta experiencia propició la motivación e interés de los involucrados. Específicamente, algunos reafirmaron estar en la carrera correcta y externaron que sus aportes fueron muy valiosos para las personas participantes de los talleres.

Con la realización del proyecto, se alcanzó cumplir los objetivos de los cursos Didáctica de la Geometría, Didáctica de la Estadística y la Probabilidad y Didáctica del Álgebra y Funciones afines con la experiencia. Se utilizaron conocimientos desarrollados a lo largo del semestre lectivo, lo cual generó aprendizajes más significativos y aplicó la teoría a la práctica, al coincidir con otras experiencias relacionadas con la formación inicial de profesores (Alonso-Ferreiro, 2018). Además, se desarrollaron los lineamientos estratégicos de la carrera MATEC: uso de la tecnología, vinculación con la educación media y fomento de la competencia investigativa.



Al igual que en experiencias reportadas en indagaciones anteriores (Barquero, 2020; Toledo y Sánchez, 2018; Ausín *et al.*, 2016), algunas habilidades generales se vieron manifestadas: la toma correcta de decisiones, el trabajo en equipo, la organización, el asumir liderazgos y plantear soluciones a una problemática específica. En esta línea, se implementaron ejes transversales de la carrera MATEC: la investigación, el humanístico social, el tecnológico, la excelencia, la criticidad y la creatividad.

Con respecto al uso de las TIC, se aprendieron aplicaciones tecnológicas específicas para la enseñanza de la geometría, la probabilidad o la estadística, igual que se generaron propuestas didácticas con ellas y se evidenció su uso correcto en un ambiente de clase. Se logró un impacto positivo al capacitar a docentes de primaria en ejercicio en el uso de la tecnología, la didáctica o aspectos conceptuales matemáticos. Asimismo, los videos producto de esta experiencia permiten que los aportes desarrollados trasciendan con el tiempo.

Se recomienda, como lo hacen otros autores (Barquero, 2020; Ausín *et al.*, 2016), que, en ambientes universitarios, se incorporen metodologías activas como el ABP, buscando establecer conexiones más reales entre los estudiantes y con el contexto que los albergará en un futuro como profesionales. Lo anterior posibilita pasar de tener alumnos pasivos, donde el aprendizaje se basa en experiencias memorísticas, a poder desarrollar capacidades que permiten poner en práctica competencias, las cuales pondrán de manifiesto los futuros profesionales, utilizando el trabajo colaborativo o la resolución de problemas (Martí *et al.*, 2010).

## Referencias

- Agüero, E., Meza, L., Suárez, Z., Acuña, R., Solís, A. y Monge, C. (2022). *RENOVA: Capacitación y actualización en matemática, didáctica y tecnología para docentes de primaria en el contexto de los programas aprobados en el 2012 por el Consejo Superior de Educación*. Vicerrectoría de Investigación y Extensión del Instituto Tecnológico de Costa Rica. [Documento sin publicar].
- Aguilar, F. (2020). Del aprendizaje en escenarios presenciales al aprendizaje virtual en tiempos de pandemia. *Estudios Pedagógicos*, 46, 3, 213-223. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052020000300213>

- Alonso-Ferreiro, A. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos para el desarrollo de la Competencia Digital Docente en la Formación Inicial del Profesorado. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(1), 10-24. <http://dx.medra.org/10.17398/1695-288X.17.1.9>
- Alpízar-Vargas, M. y Alfaro-Arce, A. (2019). La formación universitaria de docentes de educación primaria: el caso de matemáticas. *Uniciencia*, 33(2), 110-154. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.33-2.8>
- Ausín, V., Abella, V., Delgado, V. y Hortigüela, D. (2016). Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC. Una Experiencia de Innovación Docente desde las Aulas Universitarias. *Formación Universitaria*, 9(3), 31-38. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000300005>
- Barquero, A. (2020). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia en el área de formación ciudadana. *Revista Perspectivas: Estudios Sociales y Educación Cívica*, 21, 2-17. <http://dx.doi.org/10.15359/rp.21.2>
- Calderón, P. M. y Loja, H. J. (2021). El Aprendizaje Basado en Proyectos desde la perspectiva docente. *Revista de Experiencias Pedagógicas MAMAKUNA*, 17, 49-56. <https://revistas.unae.edu.ec/index.php/mamakuna/article/view/517>
- Cobo, G. y Valdivia, S. (2017). *Aprendizaje Basado en Proyectos*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/170374/5.%20Aprendizaje%20Basado%20en%20Proyectos.pdf?sequence=1>
- García-Planas, M. I. y Taberna, J. (2020). Transición de la docencia presencial a la no presencial en la UPC durante la pandemia del COVID-19. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 15, 177-187. <https://doi.org/10.46661/ijeri.5015>
- Gómez, A. I. (2010). Aprender a educar. Nuevos desafíos para la formación de docentes. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 68(24, 2), 37-60. <https://www.redalyc.org/pdf/274/27419198003.pdf>
- Llinares, S. (2012). Formación de profesores de matemáticas. Caracterización y desarrollo de competencias docentes. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 7(10), 53-62. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/10559/9996>



- López, A. M. y Lacueva, A. (2007). Enseñanza por proyectos: una investigación-acción en sexto grado. *Revista de Educación*, 342, 579-604. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2254246>
- López, A. (2016). *La motivación y el trabajo por proyectos para el aprendizaje de las matemáticas en Educación Primaria*. [Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Cantabria]. Repositorio Abierto de la Universidad de Cantabria. <https://n9.cl/90x4a>
- Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(158), 12-21. <https://www.redalyc.org/pdf/215/21520993002.pdf>
- Montero, F. (2020). Educación virtual: el nuevo reto de las universidades latinoamericanas. *Hoy en el TEC*. <https://n9.cl/18vih>
- Muñiz-Rodríguez, L., Aguilar-González, Á. y Rodríguez-Muñiz, L. (2020). Perfiles del futuro profesorado de matemáticas a partir de sus competencias profesionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 141-161. [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2020v38n2/edlc\\_a2020v38n2p141.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2020v38n2/edlc_a2020v38n2p141.pdf)
- Northwest Regional Educational Laboratory. (2006). *Aprendizaje por proyectos*. <https://eduteka.icesi.edu.co/modulos/8/252/468/1>
- Rekalde, I. y García, J. (2015). El aprendizaje basado en proyectos: Un constante desafío. *Innovación Educativa*, 25, 219-234. <https://doi.org/10.15304/ie.25.2304>
- Robinet-Serrano, A. L. y Pérez-Azahuanche, M. (2020). Estrés en los docentes en tiempos de pandemia Covid-19. *Revista Polo del Conocimiento*, 5(12), 637-653. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2111/4197>
- Sánchez-Ávila, A. (2021). Desafíos para la formación de docentes en matemática en Costa Rica. *Revista Innovaciones*, 23(34), 209-212. <https://doi.org/10.22458/ie.v23i34.3585>
- Soparat, S., Arnold, S. R. y Klaysom, S. (2015). The development of Thai learners' key competencies by project-based learning using ICT. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 1(1), 11-22. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED548501.pdf>
- Toledo, P. y Sánchez, J. M. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: Una experiencia universitaria. *Profesorado*, 22(2), 471-491. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i2.7733>

- Torres, A. D., Badillo, M., Valentín, N. O. y Ramírez, E. T. (2014). Las competencias docentes: el desafío de la educación superior. *Innovación Educativa*, 14(66), 129-145. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v14n66/v14n66a8.pdf>
- Umaña-Mata, A. C. (2020). Educación Superior en tiempos de COVID-19: oportunidades y retos de la educación a distancia. *Revista Innovaciones Educativas*, 22(Especial), 36-49. <https://doi.org/10.22458/ie.v22iEspecial.3199>
- Valero, N., Castillo, A., Rodríguez, R., Padilla, M. y Cabrera, M. (2020). Retos de la educación virtual en el proceso enseñanza aprendizaje durante la pandemia de Covid-19. *Dominio de las Ciencias*, 6(4), 1201-1220. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1530>
- Vargas, C. (2021). Adaptaciones en la formación del profesorado durante la pandemia: proyecto de producción de vídeos digitales acerca de contenidos de geometría. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 16(20), 193-199. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cifem/article/view/48503>