

# Implementación del ABP de forma interdisciplinar, trabajando las áreas genéricas con las específicas de Ingeniería

## Caso: Ingeniería de Sistemas, Universidad Mariana

Nancy Cristina Legarda-López<sup>1</sup>

### Resumen

Después de realizar un compendio documental de las bases de datos de e-Libro, Scielo, Scopus y Google Académico sobre investigaciones de la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas, en programas de Ingeniería de Sistemas y programas afines, no se encontró ningún documento que hiciera referencia a la implementación del ABP de forma interdisciplinar, que combinara las asignaturas genéricas comunes a todas las ingenierías con las específicas, propias del programa mencionado. Por ello, se diseñó una didáctica ABP que cumpliera con la condición planteada para ser aplicada en el segundo semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana, en las asignaturas de Cálculo Diferencial y Mecánica en la línea genérica, y con Algoritmos y Programación II en el área específica. Dentro de la metodología se empleó como problema de análisis el fútbol, y cómo desde la ingeniería se podría mejorar el desempeño futbolístico de los jugadores, debido a que el fútbol se constituye en un factor de interés para los estudiantes. Con la implementación del ABP de forma interdisciplinar, el promedio académico se incrementó y ningún alumno perdió el semestre, sin embargo, el nivel de deserción estudiantil se incrementó en relación con el semestre anterior.

*Palabras clave:* aprendizaje basado en problemas; asignaturas genéricas y específicas; ingeniería de sistemas; interdisciplinar.

---

<sup>1</sup>Docente del Programa de Ingeniería de Sistemas, Universidad Mariana. Correo electrónico: nclegarda@umariana.edu.co

# Implementation of the PBL in an interdisciplinary way, working the generic areas with the specific ones of Engineering

## Case: Systems Engineering, Mariana University

### Abstract

After making a documentary compendium of the databases of E-Libro, Scielo, Scopus, and Google Scholar on investigations of the application of Problem-Based Learning in Systems Engineering programs and related programs, no document was found that made reference to the implementation of the PBL in an interdisciplinary way, which will combine the generic subjects common to all engineering with the specific ones, typical of the aforementioned program. For this reason, an ABP didactics was designed that met the condition set to be applied in the second semester of the Mariana University Systems Engineering program, in the subjects of Differential Calculus and Mechanics in the generic line, and with Algorithms and Programming II in the specific area. Within the methodology, soccer was used as an analysis problem, and how engineering could improve the soccer performance of the players, because this sport constitutes a factor of interest for the students. With the implementation of the ABP in an interdisciplinary way, the academic average increased and no student missed the semester; however, the level of student dropout increased in relation to the previous semester.

*Keywords:* Problem-based learning; generic and specific subjects; systems engineer; interdisciplinary.

# Implementação do ABP de forma interdisciplinar, trabalhando as áreas genéricas com as específicas da Engenharia

## Case: Engenharia de Sistemas, Universidade Mariana

### Resumo

Depois de fazer um compêndio documental das bases de dados de E-Libro, Scielo, Scopus e Google Scholar sobre as investigações da aplicação da Aprendizagem Baseada em Problemas em programas de Engenharia de Sistemas e programas relacionados, não foi encontrado nenhum documento que fizesse referência à implementação do PBL de forma interdisciplinar, que combinará as disciplinas genéricas comuns a todas as engenharias com as específicas, típicas do referido programa. Por esse motivo, foi elaborada uma didática ABP que atendeu à condição estabelecida para ser aplicada no segundo semestre do curso de Engenharia de Sistemas da Universidade Mariana, nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Mecânica na linha genérica, e com Algoritmos e Programação II na área específica. Dentro da metodologia, o futebol foi utilizado como problema de análise, e como a engenharia poderia melhorar o desempenho futebolístico dos jogadores, pois este esporte constitui um fator de interesse para os alunos. Com a implantação do ABP de forma interdisciplinar, a média acadêmica aumentou e nenhum aluno faltou ao semestre; entretanto, o índice de evasão escolar aumentou em relação ao semestre anterior.

*Palavras-chave:* Aprendizagem baseada em problemas; assuntos genéricos e específicos; Engenharia de Sistemas; interdisciplinar.

---

## INTRODUCCIÓN

---

La didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ha transformado la educación superior, porque el docente ya no es el único elemento transmisor de conocimiento, sino que genera espacios para que sea el estudiante quien adquiera su aprendizaje de manera autónoma, a partir de investigaciones que se centran en resolver un problema o una situación real. El ABP ha tenido tan buenos resultados que se ha implementado en diversos programas, entre ellos las ingenierías.

El programa de Ingeniería de Sistemas no ha sido ajeno a la implementación del ABP en sus currículos, incluso ha traspasado los límites de esta didáctica, al trabajar de forma interdisciplinar con varias asignaturas a la vez; sin embargo, aún existe una brecha al intentar trabajar de manera conjunta las asignaturas de la línea genérica, que son materias en común a todas las ingenierías, con las específicas, que son asignaturas propias de cada ingeniería.

En aras de solventar esta dificultad al interior del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana, se optó por implementar la didáctica de ABP de forma interdisciplinar, trabajando de forma conjunta las asignaturas de Cálculo Diferencial y Mecánica, que corresponden a la línea genérica, con Algoritmos y Programación II, asignatura de la línea específica. Se aclara que las asignaturas mencionadas corresponden al segundo semestre de la carrera.

Durante la implementación de la didáctica de ABP de forma interdisciplinar, los estudiantes de segundo semestre desarrollaron un modelo matemático al problema planteado, en el cual se incluyeron los temas de aprendizaje de Mecánica, y para complementar el trabajo desarrollaron un aplicativo móvil por medio de “APP Inventor”, en el cual incluían el modelo matemático realizado por ellos mismos. Mediante esta didáctica se puede apreciar que son los estudiantes quienes aplican los conceptos de Matemáticas y Física en un software, además, estas asignaturas se interrelacionan para fortalecer el desarrollo de la carrera de Ingeniería de Sistemas.

### **Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)**

Antes de implementar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en un semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana de manera interdisciplinar, combinando asignaturas del área genérica, las cuales son comunes a todas las ingenierías, con las específicas, que corresponden a las materias propias del programa mencionado, fue necesario investigar que es ABP.

En la didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problema (ABP), el docente plantea un problema o una situación real a sus estudiantes al comienzo del semestre académico (Fernández y Aguado, 2017). Los estudiantes trabajan en equipo

para lograr identificar los elementos involucrados, analizar cada uno de los aspectos y factores que lo componen e identificar aquellos temas que requieren conocer para dar solución al desafío planteado (Núñez-López et al., 2017).

Una vez los integrantes del grupo conocen los temas que deben investigar para la construcción de la solución del problema planteado por el docente, se pasa a la siguiente etapa, que consiste en el trabajo individual, donde cada alumno consulta e investiga el tema de forma independiente, selecciona libremente la fuente de información de su preferencia, por ejemplo, libros, artículos, internet, revistas, periódicos, videos tutoriales, entre otros, con la finalidad de comprender los conceptos necesarios para la construcción de la solución. Cabe aclarar que el estudiante realiza el aprendizaje de forma individual y a su propio ritmo, sin sentirse cohesionado por el profesor o la opinión de sus compañeros (Rodríguez et al., 2017).

Cuando los estudiantes han investigado de forma individual los temas que requieren comprender para la solución del problema, proceden a reunirse en grupos y cotejar lo investigado por cada uno de ellos, este es el punto fuerte de la metodología ABP, porque las falencias en el aprendizaje y comprensión del tema que un estudiante presente, es reforzado por los demás estudiantes, quienes aclaran dudas entre ellos, sin que su docente les indique lo que deben hacer. De esta manera, son los integrantes del grupo quienes determinan si la información consultada por cada uno de ellos es o no apropiada para la construcción de la solución (Valderrama y Castaño, 2017).

El grupo de manera conjunta obtiene una conclusión general, a partir de las investigaciones realizadas por cada uno de sus integrantes, la cual es empleada en la construcción de la solución parcial del problema dado por su docente. El docente determina si la misma cumple con los requisitos y elementos solicitados en la situación planteada por él al comienzo del periodo académico, de ser así, motiva a los estudiantes en la continuación de su proceso de autoaprendizaje, a través de la investigación y consulta; además, brinda orientación acerca del tema o los temas que requieren ser reforzados. En caso de que el trabajo realizado por los integrantes del grupo no esté encaminado u orientado hacia la construcción de la solución final, el docente aprovecha la oportunidad para brindar críticas constructivas y sugerencias del camino correcto, motivándolos a continuar con su trabajo (Luy-Montejo, 2019).

Con las sugerencias que da el docente, el grupo de estudiantes determina aquel o aquellos temas que deben consultar y/o reforzar, luego cada integrante investiga los conceptos acordados; con base en estos aportes el equipo trabaja de forma colaborativa en la mejora de la solución que habían construido previamente, para ser presentada nuevamente al docente, quien se encarga de orientar a los educandos en los elementos por mejorar. El proceso se repite de manera continua con las recomendaciones y accesorias constantes del educador, es él quien determina si la misma es correcta y cumple todos los parámetros establecidos en el problema (Granado, 2018), de no ser así da sugerencias para mejorar la solución planteada.

Por tanto, el docente pasa de un rol donde solo transmite su conocimiento a través de una clase expositiva tradicional a generar espacios para que sean los estudiantes quienes lo adquieran de forma libre, autodidáctica y a su propio ritmo. Por otro lado, el estudiante cambia su rol pasivo, ser un simple receptor de contenidos en el aula de clases, a ser un elemento activo y constructor de su propia educación, pero sobre todo se responsabiliza y compromete con su propio aprendizaje (Escribano y del Valle, 2018). Otro aspecto importante es que el concepto de la clase tradicional se transforma en un espacio donde alumnos y docente aprenden y comparten conocimientos mutuamente, e interactúan de forma diferente en la clase tradicional.

Una vez establecidos los elementos involucrados en la didáctica del ABP, además de conocer cuál es el rol que cumple el docente y el estudiante, se procedió a investigar la implementación de la misma en los programas de Ingeniería de Sistemas y afines; el compilado se centró en recolectar todos los documentos que hacen referencia al ABP, de esta manera, la investigación se enfocó en consultar en cuales investigaciones se ha trabajado de forma interdisciplinaria y se identificó en qué situaciones se combinó las asignaturas genéricas, comunes a todas las ingenierías, con la específicas, propias del programa mencionado.

### **Estudio documental de la aplicación del ABP en Ingeniería de Sistemas, Informática o Computación**

El compendio de documentos que hacen referencia a la implementación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), en los programas de Ingeniería de Sistemas, Informática y Computación, se realizó empleando los motores de búsqueda más conocidos por su carácter científico: e-Libro, Scielo, Scopus y Google Scholar (Google Académico) (Gonzalez-Pardo et al., 2020). Cabe aclarar que existen otras bases de búsqueda, pero las mencionadas son las que poseen una mayor cantidad de documentos, libros, artículos y capítulos de libros científicos (González et al., 2019).

En estos motores de búsqueda se buscó las palabras clave *Aprendizaje Basado en Problemas* en títulos, resúmenes y/o palabras clave de los documentos. Los resultados se especifican en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Resultado de la búsqueda de las palabras clave*

<b>Palabras clave</b>	<b>e-Libro</b>	<b>Scielo</b>	<b>Scopus</b>	<b>Google Scholar</b>
Aprendizaje Basado en Problemas	28.364	64	927	27.900

Fuente: Legarda (2021).

El número de resultados de las bases de datos fue bastante amplio (ver Tabla 1), debido a que estas bases contienen todos los documentos que poseen uno o más elementos de los términos buscados. Cabe aclarar que la consulta se realizó entre junio y septiembre del año 2020, por lo cual el resultado en la actualidad puede variar.

Los resultados que se presentan en la Tabla 1 se redujeron a aquellos documentos que sí corresponden a investigaciones de ABP, para ello solo se seleccionaron aquellos documentos que contenían todos los términos de las palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas, de manera consecutiva, de lo cual se obtuvo los resultados expuestos en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Búsqueda de ABP*

<b>Búsqueda de documentos que contienen todas las palabras de forma consecutiva</b>	<b>e-Libro</b>	<b>Scielo</b>	<b>Scopus</b>	<b>Scholar</b>
Aprendizaje Basado en Problemas	12	46	236	956

Fuente: Legarda (2021).

Como se puede apreciar en la Tabla 2, los resultados se redujeron a aquellas investigaciones realizadas en el campo de la Ingeniería, en otras palabras, solo se seleccionó a aquellos documentos que hacen referencia a la aplicación del Aprendizaje Basado del Problema (ABP) en ingenierías (ver Tabla 3).

**Tabla 3**

*Búsqueda de ABP en ingeniería*

<b>Búsqueda de implementación del ABP en el campo de la Ingeniería</b>	<b>e-Libro</b>	<b>Scielo</b>	<b>Scopus</b>	<b>Scholar</b>
	0	4	50	226

Fuente: Legarda (2021).

En la Tabla 3, los resultados de se redujeron a aquellas investigaciones referentes a la implementación de la didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en Ingeniería de Sistemas, Informática o Computación, a nivel nacional e internacional. La información obtenida se resume en la Tabla 4.

**Tabla 4***Búsqueda de ABP en Ingeniería de Sistemas, Informática o Computación*

Búsqueda de la implementación del ABP en Ingeniería de Sistemas, Informática o Computación, a nivel nacional e internacional	e-Libro	Scielo	Scopus	Google Scholar
	0	0	12	20

Fuente: Legarda (2021).

Los datos de la Tabla 4 se filtraron para identificar aquellas investigaciones que hacen referencia a la aplicación del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en Ingeniería de Sistemas, Informática o Computación, a nivel nacional e internacional, de manera interdisciplinar, de lo cual se obtuvo tan solo tres documentos que cumplieran las condiciones establecidas, tal como se indica en la Tabla 5.

**Tabla 5***Implementación de ABP interdisciplinar en Ingeniería de Sistemas, Informática o Computación*

País	Universidad	Programa	Asignaturas
Zaragoza, España	Escuela Universitaria Politécnica de Teruel	Ingeniería de Sistemas	- Estrategias y sistemas de información - Comercio electrónico - Interfaces de usuarios
Buenos Aires, Argentina	Universidad Tecnológica Nacional	Ingeniería de Sistemas	- Álgebra y geometría analítica - Matemática discreta
Manizales, Colombia	Universidad de Manizales	Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones	- Análisis y diseño II - Bases de datos II - Programación IV

Fuente: Legarda (2021).

En la Tabla 5 se observa que existen tres universidades, de diferentes países, que han implementado la didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en programas de Ingeniería de Sistemas de manera interdisciplinar, pero sin combinar las asignaturas genéricas propias de todas las ingenierías con las específicas propias del programa mencionado.

Por tanto, no existe una investigación sobre la implementación del ABP en Ingeniería de Sistemas o programas afines, en la cual se haya trabajado de manera interdisciplinar,



combinando las asignaturas de línea específica y genérica del programa mencionado. Cabe aclarar que esta conclusión es producto de la consulta realizada en las bases de datos: e-Libro, Scielo, Scopus y Google Scholar, y que la misma se realizó con base en un compendio de publicaciones realizadas hasta septiembre de 2020, por consiguiente, es posible que en la actualidad exista más información al respecto y/o que la misma se encuentre en otros motores de búsqueda diferentes a los mencionados.

### **Diseño de una didáctica funcional contemporánea ABP interdisciplinar para ser aplicada en un semestre del Programa de Ingeniería de Sistemas – Universidad Mariana**

La revisión documental que se realizó en las bases de datos e-Libro, Scielo, Scopus y Google Scholar, sobre investigaciones de la implementación de la didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en programas de Ingeniería de Sistemas, Informática y/o Computación de manera interdisciplinar, permitió dar luces y guiar el camino a seguir para su implementación en un semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana; sin embargo, esto no se consiguió, ya que, como se explicó en el ítem anterior, no hay investigaciones al respecto.

Por tanto, el diseño de la didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para un semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana se efectuó teniendo en cuenta los lineamientos normales del ABP: se comenzó por plantear un problema que se fundamente en los objetivos de los currículos de las asignaturas involucradas y que genere múltiples soluciones, para luego ser presentado a los estudiantes, quienes, al trabajar en equipo, encuentran la solución al mismo (Piñero y Guerrero, 2017). Aunque el proceso suene muy sencillo, no se debe tomar a la ligera. Por ello, antes de implementar el ABP en el segundo semestre del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana, fue necesario realizar un plan metodológico o una ruta que sirva de guía para establecer un protocolo de implementación a la hora de aplicar el ABP de manera correcta. El desarrollo del protocolo de implementación de este trabajo se realizó antes del inicio del semestre, teniendo en cuenta que al momento de comenzar el mismo tanto educandos como los docentes involucrados deben tener en claro lo que se va a desarrollar a lo largo del periodo académico, por ende, se estableció un plan de trabajo, dividido en etapas, tal como se describe a continuación:

- Etapa I: Selección del semestre en que se va a implementar el ABP.
- Etapa II: Análisis de los currículos de las asignaturas del semestre escogido.
- Etapa III: Diseño del problema.
- Etapa IV: Capacitación a los docentes involucrados.
- Etapa V: Implementación del ABP.

Una vez establecidas las etapas se procedió a implementar la didáctica, tal como se describe a continuación.

## **Aplicación de la didáctica funcional contemporánea ABP diseñada**

En el diseño de la didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para ser implementado en un semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana se planteó cinco etapas, con la finalidad de dividir y facilitar la investigación en secciones, tal como se explica a continuación.

### **Etapas I: Selección del semestre**

La didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) se aplicaría en uno de los diez semestres del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana. Para realizar la selección del semestre se recurrió a publicaciones de diversos investigadores que han trabajado con el ABP, consultados en el compendio documental explicado en ítems anteriores, quienes recomiendan que se realice preferiblemente en los últimos cuatro semestres de la carrera, en especial en noveno o décimo semestre, por el nivel de madurez y compromiso de los estudiantes.

Se analizó la recomendación brindada por los investigadores consultados; sin embargo, se tomó la decisión de que los alumnos se involucraran en el proceso de su educación desde los primeros semestres de estudio de pregrado. Además, el plan de estudios del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana plantea que las asignaturas genéricas, materias estudiadas en todo Programa de Ingeniería, y las específicas, propias de cada nivel profesional, se estudien de forma paralela de primer a quinto semestre. Por lo anterior, la lista de semestres a aplicar la metodología se redujo de diez a solo los cinco primeros semestres del programa mencionado.

De los cinco semestres seleccionados se descartó el primero por el bajo nivel de conciencia y comprensión de los estudiantes sobre lo que significa ser un Ingeniero de Sistemas, recordando que los alumnos que ingresan al programa mencionado son jóvenes entre 15 y 18 años, que en su gran mayoría apenas se han graduado del colegio, por tanto, antes de implementar una didáctica como lo es el ABP, es necesario que se adapten al ambiente universitario y a las exigencias del mismo. De esta manera la lista de cinco semestres se redujo a cuatro.

Con base en los elementos descritos anteriormente, la lista de diez semestres se redujo de segundo a quinto semestre, pero retomando el principio por el cual se aplica el ABP: que los estudiantes adquirieran conciencia y responsabilidad de sus estudios desde los primeros semestres, además, que trabajen en forma conjunta e interdisciplinar y que se combine las asignaturas del área específica con las genéricas, por tanto, se decidió aplicar el ABP en segundo o tercer semestre del programa.

### **Etapas II: Selección las asignaturas involucradas en la didáctica ABP Interdisciplinar**

El objetivo de aplicar la didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en un semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana fue trabajar de forma interdisciplinar con las asignaturas específicas y genéricas del programa. Para lograrlo se estableció que asignaturas

corresponden a cada una de estas líneas, para ello se recurrió al plan de estudios del programa y se identificó los espacios académicos que corresponden a cada línea, tal como se indica en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Asignaturas de segundo y tercer semestre del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana*

		Asignaturas de la línea específica		Asignaturas de la línea genérica	
Semestre	Asignatura	Créditos	Asignaturas	Créditos	
II	Algoritmos y Programación II	3	Algebra Lineal	2	
			Cálculo Diferencial	2	
			Mecánica	3	
III	Algoritmos y Programación III	3	Matemáticas discretas	2	
			Cálculo Integral	2	
			Métodos Numéricos	2	
			Electricidad y Magnetismo	2	

Fuente: Universidad Mariana (s.f.)

En la Tabla 6 se encuentran únicamente las asignaturas del área genérica y específica del plan de estudios del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana, las materias que corresponden a la línea de electivas no se registran porque no serán incluidas en esta investigación.

Con la información de la Tabla 6 y los currículos de las asignaturas se analizó cuál semestre y con qué asignaturas se iba a trabajar en la implementación de la didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) de forma interdisciplinar, en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana. Para la selección se recurrió a los temas del campo de la Física, porque tiene una gama muy amplia de planteamientos de situaciones de la vida real, un requerimiento necesario a la hora de generar motivación en los estudiantes, para luego plantear un modelo matemático a la situación planteada y que la misma sea modelada a través de un software de simulación.

De igual manera, se tomó la decisión de seleccionar la asignatura de Mecánica como base del problema, teniendo en cuenta que corresponde a Física Fundamental, un área que abarca diversos temas que pueden ser comprendidos mejor por los estudiantes. Además, existe una correlación entre esta asignatura y Cálculo Diferencial; debido a que tienen varios conceptos en común y son de fácil simulación a través de un software (Martinez, et al., 2017).

En conclusión, se seleccionaron las asignaturas de Algoritmos y Programación II, Calculo Diferencial y Mecánica, de segundo semestre del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana, de manera interdisciplinar se aplicó la didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado Problema (ABP).

### **Etapa III: Diseño del problema**

Una vez seleccionado el semestre y las asignaturas a involucrar en la didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), se procedió a plantear el problema idóneo para trabajar de manera interdisciplinar; además tuvo que cumplir con las siguientes características:

- El problema debe ser motivante. Durante todo el semestre se trabajará en torno a la misma situación, por tanto, el problema planteado debe motivar el trabajo constante tanto de estudiantes como de los docentes involucrados en la investigación (Lazo y Horna, 2018).
- No debe tener una solución única. El problema debe permitir que los estudiantes generen múltiples soluciones y que todas ellas sean verdaderas, por ello, el problema no debe tener inmerso en su planteamiento una ruta metodológica que origine una única solución (Cardona y Barrios, 2015).
- Combinar varias disciplinas. El objetivo de implementar el ABP en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana es que el educando por sí solo acople los saberes de las asignaturas genéricas con las específicas, en otras palabras, que aplique los conceptos de la Física con el Cálculo Diferencial y la Programación (García y Martínez, 2017).

Además, se identificó un requerimiento adicional, con el cual no se contaba y que se presentó en el momento de la inscripción y matrícula de los estudiantes a segundo semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana, todos los estudiantes inscritos en el semestre mencionado pertenecen al género masculino. Por lo anterior, el problema debía incluir la condición de que fuese atractivo para el género masculino, jóvenes entre 17 y 23 años, por lo tanto, se buscó un tema que les atrajera más a los estudiantes en este rango de edades; de acuerdo a estos parámetros se seleccionó el futbol, por ende, el problema se planteó con base en ese concepto.

Por otro lado, se analizó los currículos de las asignaturas involucradas en la implementación del ABP de forma interdisciplinar en segundo semestre del Programa de Ingeniería de Sistemas. Los temas o unidades a abordar en Mecánica, Calculo Diferencial y Algoritmos Programación II se resumen en la Tabla 7.

**Tabla 7***Unidades a abordar en las asignaturas involucradas en el ABP*

Mecánica	Cálculo	Algoritmos y Programación II
Cinemática	Funciones	Asignación de responsabilidades
Dinámica	Límites	Construcción de interfaz gráfica
Trabajo, potencia y energía	Derivadas Aplicaciones de derivadas	Arquitectura y distribución de responsabilidades

A partir de los elementos establecidos en la Tabla 7 y de las condiciones para el diseño del problema, se planteó la siguiente situación para ser desarrollada con la didáctica ABP por los estudiantes de segundo semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana.

“Usted como Ingeniero de Sistemas debe plantear una estrategia desde la programación para mejorar el desempeño de un equipo de futbol, que incluya los conceptos de la Mecánica y un modelado matemático”

La situación planteada cumple con todas las condiciones que debía contener el problema: es motivante, no tiene una solución única y combina varias disciplinas.

#### **Etapa IV: Capacitación a docentes involucrados en la investigación**

En la implementación de la didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), en el Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana, se trabajó de manera interdisciplinar con tres asignaturas; dos de ellas de la línea genérica de ingeniería: Calculo Diferencial y Mecánica, y con una asignatura del área de la línea específica del programa: Algoritmos y Programación II; por tanto, fue necesario realizar una capacitación previa a los docentes de las asignaturas involucradas.

No obstante, antes de realizar la capacitación a los docentes, se solicitó el permiso y la autorización al Comité Curricular del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana, y al director del programa Mg. Franklin Eduardo Jiménez Giraldo, quien debe velar por el cumplimiento de los lineamientos planteados en el Plan Educativo del Programa de Ingeniería de Sistemas - PEP (Universidad Mariana, 2016).

Una vez el Comité Curricular del Programa de Ingeniería de Sistemas aprobó la implementación de la didáctica ABP diseñada para el segundo semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana, se procedió a capacitar a los

docentes involucrados en la investigación, se comenzó con el profesor de la asignatura de Algoritmos y Programación II, a quien se le explicó cuál sería su rol como tutor y guía ante los estudiantes. De igual manera, se capacitó a la docente de Cálculo Diferencial sobre los principios del ABP y el rol que cumplen los docentes y estudiantes en esta didáctica. La docente de Mecánica es la investigadora y autora de este artículo.

Los docentes invitados a participar en la investigación de implementación del ABP en segundo semestre del programa de Ingeniería de Sistemas estuvieron de acuerdo e incluso realizaron aportes para mejorar los resultados del trabajo.

### **Etapas V: Aplicación de la didáctica ABP**

La aplicación de la didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), en el segundo semestre del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana, comenzó en las semanas previas al inicio de clases, en el periodo de preparación pedagógica donde se planea las actividades a realizar a lo largo del semestre, con las etapas descritas anteriormente.

El siguiente paso fue plantear a los estudiantes de segundo semestre el problema diseñado, y como parte del trabajo de motivación para la resolución del mismo se les explicó que un Ingeniero de Sistemas tiene un campo laboral tan universal que incluso puede ser contratado en un equipo deportivo para mejorar el desempeño de los jugadores, por tanto, debían aprovechar la oportunidad brindada porque tendrían a sus profesores para guiarlos en el proceso.

A los estudiantes de segundo semestre de Ingeniería de Sistemas les agrado la idea de cambiar el lugar de aprendizaje, un aula de clases por una cancha de futbol, más aún, el hecho de tener un desafío en el cual pueden aplicar sus conocimientos en algo que los apasiona, como este deporte. Un factor que no se había previsto fue que el curso por iniciativa propia decidió dividirse en tres grupos, así: el primero se encargaría de analizar a los delanteros de un equipo de futbol; el segundo, en los mediocampistas, y el último, en los defensas incluyendo al portero. De igual manera, por iniciativa propia decidieron analizar al Deportivo Pasto, equipo de futbol profesional del departamento de Nariño, que para ese momento estaba amenazado con el descenso por los malos resultados que había tenido últimamente.

Otro factor con el cual no se contaba fue que dos de los estudiantes del curso desconocían las reglas y parámetros inmersos en el futbol, por ello, se recurrió al profesor Carlos Rueda, quien dirige los equipos de futbol de estudiantes, docentes y administradores de la Universidad Mariana, además tiene una amplia experiencia en este deporte. Adicional a ello, por ser exjugador del Deportivo Pasto puede explicar aspectos y estrategias de los jugadores de este equipo, para orientar la construcción de la solución al problema planteado. El docente mencionado brindo capacitaciones a los estudiantes sobre este deporte y las técnicas más importantes, como se indica en la Figura 1.

## Figura 1

### *Capacitación a los estudiantes sobre los elementos y reglas del fútbol*



Fuente: Legarda (2021).

El docente de la asignatura de Algoritmos y Programación II realizó varias capacitaciones, aplicó la metodología de estudio de casos, porque los temas abordados en esta materia son completamente nuevos para los estudiantes, y su aprendizaje a través de videos tutoriales o libros es muy compleja, ya que la experiencia del docente no se puede replicar en textos o tutoriales. Además, en el colegio la asignatura de informática, en muchos casos, no suele abordar temas de programación de gran complejidad. Cabe aclarar que el docente de Programación trabajó el ABP como didáctica principal en clases.

Por otro lado, el seguimiento a los grupos de estudiantes se realizó de forma continua, se orientó constantemente la construcción de la solución al problema planteado al inicio del semestre, con encuentros semanales, los días martes de 1:00 p. m. a 4:00 p. m., en los cuales la docente investigadora aclaraba las dudas generadas a partir de la última sección, asimismo, se reforzaba el aprendizaje adquirido desde el último encuentro. Por último, se analizaba si la construcción de la solución era o no acorde a los requerimientos del problema, igualmente, se realizaban recomendaciones o sugerencias en aquellos temas o elementos que los estudiantes deben consultar para la construcción de la solución, y que se revisarían en el siguiente encuentro.

De esta manera, el proceso continuo a lo largo de las 16 semanas del semestre, al final los estudiantes expusieron el proceso desarrollado en los últimos cuatro meses y la solución obtenida al desafío planteado. Los resultados de la investigación se mencionan a continuación.

## Resultados

Los grupos socializaron la solución construida al final del semestre, ante los docentes de las áreas involucradas, quienes determinaron si la misma abarcaba o no los objetivos de aprendizaje planteados en los currículos de cada asignatura y si cumplía con los requerimientos del problema.

En la socialización final tan solo se presentaron dos de los tres grupos iniciales, ya que los estudiantes que se comprometieron a analizar a los mediocampistas del Deportivo Pasto se retiraron a lo largo del semestre, tan solo quedo un estudiante, quien no quiso continuar con el trabajo adelantado. Así las cosas, en la socialización final se presentó el grupo a cargo del análisis de los delanteros y de los defensas incluyendo el portero.

Los grupos que socializaron aplicaron los conceptos de Cinemática y Dinámica, porque involucraron los temas de movimiento y fuerzas en la construcción de la solución, por tanto, se cumplió los objetivos de aprendizaje de la asignatura de Mecánica. De igual manera, los grupos expositores aplicaron los conceptos de máximos y mínimos en la construcción de la solución al problema planteado, que corresponden a la asignatura de Calculo Diferencial, al hacer parte de los aplicativos de las derivadas, por tanto, se cumplió los objetivos de aprendizaje de la asignatura mencionada. Además, los grupos expositores desarrollaron una aplicación móvil a través de “APP Inventor”, en la cual aplicaban los conceptos de Mecánica y Calculo Diferencial, es decir, se cumplieron los objetivos de aprendizaje de la asignatura de Algoritmos y Programación II.

En este sentido, los grupos cumplieron con los objetivos de aprendizaje de las asignaturas involucradas en la didáctica de ABP planteada para los estudiantes de segundo semestre del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana. Desde el aspecto cuantitativo, las calificaciones obtenidas por los estudiantes del semestre mencionado se resumen en la Tabla 8.

**Tabla 8**

*Promedio de las calificaciones de los estudiantes de segundo semestre*

<b>Asignatura</b>	<b>Cálculo diferencial en el semestre</b>		<b>Algoritmo y programación II en el semestre</b>		<b>Física mecánica en el semestre</b>	
	<b>Sin ABP</b>	<b>Con ABP</b>	<b>Sin ABP</b>	<b>Con ABP</b>	<b>Sin ABP</b>	<b>Con ABP</b>
<b>Concepto a analizar</b>						
Calificación promedio	2,63	3,92	3,74	3,73	3,31	3,93
Porcentajes de estudiantes que perdieron la asignatura	50 %	0 %	14,29 %	14,29 %	13,64 %	0 %
Porcentaje de deserción	25 %	30 %	0 %	14,29 %	0 %	20 %

Fuente: Legarda (2021).



En la Tabla 8 se observa que la calificación promedio de los estudiantes en la asignatura de Calculo Diferencial y Mecánica aumentó en relación con el semestre anterior, cuando no se había aplicado la didáctica de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), y el promedio de calificaciones promedio de los estudiantes en Algoritmos y Programación fue la misma en ambos casos.

En la Tabla 8 también se puede observar que se redujo a cero estudiantes que perdieron las asignaturas de Calculo Diferencial y Mecánica, en comparación con el semestre anterior, en el cual no se había aplicado el ABP. Por otro lado, la cantidad de estudiantes que perdieron la asignatura de Algoritmos y Programación II fue la misma que en el periodo académico anterior.

El aspecto negativo de los resultados fue el aumento en la deserción estudiantil en las tres asignaturas involucradas en la investigación.

### Conclusiones

La didáctica funcional contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) toma como base un problema para que los estudiantes aprendan los contenidos de una asignatura, por medio de la investigación, pero lo más importante es que los motiva para que no solo se queden con la consulta de un tema en específico, sino que lo apliquen en la construcción de una solución (Núñez-López et al., 2017), que es el objetivo del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana, al pretender que sus alumnos no solo se queden con lo aprendido, también lo puedan aplicar en un contexto (Universidad Mariana, 2016). Por ello, el ABP se acopla perfectamente con los lineamientos del programa en mención.

Una de las características del ABP es poder trabajar de forma interdisciplinar, entremezclando los contenidos de diversas asignaturas a la vez, aunque en el compendio realizado en las bases de datos de e-Libro, Scielo, Scopus y Google Académico no se encontró información de investigaciones desarrolladas en los programas de Ingeniería de Sistemas y afines, en las cuales se haya trabajado de manera conjunta con asignaturas de la línea específica y genérica; sin embargo, la presente investigación puede guiar a trabajos semejantes para que esta didáctica se multiplique en diversas universidades que poseen el programa mencionado.

Antes de implementar el ABP de manera interdisciplinar y combinar las asignaturas de la línea específica con las genéricas en un programa, es necesario analizar en qué semestres estas líneas trabajan de forma paralela, con el fin de determinar los semestres en que se puede trabajar el ABP. A partir de los currículos de las asignaturas de los semestres en los cuales se puede implementar el ABP de forma interdisciplinar, se procede a seleccionar el semestre idóneo para plantear un problema que involucre los objetivos de aprendizaje de las asignaturas seleccionadas, para luego desarrollar la metodología tradicional del ABP.

Con la implementación del ABP de manera interdisciplinar se logró el incremento del promedio académico de los estudiantes en las asignaturas de Cálculo Diferencial y Mecánica de la línea genérica de la ingeniería, además, se logró que los estudiantes no pierdan estas asignaturas; aunque no paso lo mismo con el nivel de deserción, ya que el promedio incrementó en todas las asignaturas involucradas en la investigación.

La implementación del ABP de forma interdisciplinar al combinar las materias de la línea específica con la genérica dio tan buenos resultados que está didáctica se seguirá implementando en diferentes semestres del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana. Además, se realizará la inclusión de un número mayor de asignaturas de las dos líneas mencionadas, a parte de la inclusión de las asignaturas electivas.

### Referencias

- Cardona, S. y Barrios, J. (2015). Aprendizaje basado en problemas (ABP): el “problema” como parte de la solución. *Adelante Head*, 6., 81-90.
- Escribano, A. y del Valle, Á. (coords.). (2018). *El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): Una propuesta metrológica en Educación Superior*. Narcea, S.A. de Ediciones.
- Fernández, C. y Aguado, M. (2017). Aprendizaje basado en problemas como complemento de la enseñanza tradicional en Físicoquímica. *Educación Química*, 28(3), 154-162. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2017.03.001>
- García, R. y Martínez, A. (2017). Calidad de los problemas de ABP - Evidencia de validez de un instrumento. *Investigación en Educación Médica*, 8(29), 58-68. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=95002>
- González, M., Meza, P. y Castellón, M. (2019). Medición de la autoeficacia para la escritura académica. Una revisión teórico - bibliográfica. *Formación Universitaria*, 12(6), 191-204. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000600191>
- Gonzalez-Pardo, R., Repiso, R. y Arroyave-Cabrera, J. (2020). Revistas iberoamericanas de comunicación a través de las base de datos Latindex, Dialnet, DOAJ, Scopus, AHCI, SSCI, REDIB, MIAR, ESCI y Google Scholar Metrics. *Revista Española de Documentación Científica*, 43(4), 1 - 16. <https://doi.org/10.3989/redc.2020.4.1732>
- Granado, L. (2018). El aprendizaje basado en problemas como estrategia didáctica en educación superior. *Voces de la Educación*, 3(6), 154-167. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02528555>.
- Lazo, A. y Horna, E. (2018). Evaluación del aprendizaje de los estudiantes del curso de metodología del trabajo universitario, utilizando el modelo ABP en una universidad pública. *Revista Balance's*, 6(7), 18 - 23.

- Legarda, N. (2021). *Diseño de una Didáctica Funcional Contemporánea de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) – interdisciplinar, aplicada a un Semestre del Programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Mariana* [Manuscrito inedito]. Universidad Mariana, Pasto.
- Luy-Montejo, C. (2019). El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el desarrollo de la inteligencia emocional de estudiantes universitarios. *Propósitos y Representaciones*, Vol. 7(2), 353-383. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n2.288>
- Martínez, A., Pluinage, F. y Montaña, L. (2017). El concepto de la derivada en el contexto de la enseñanza de la física, recursos para el uso de diferenciales y las tecnologías de información y comunicación. *El Cálculo y su Enseñanza, Enseñanza de las Ciencias y la Matemática*, 8, 1-17. <http://funes.uniandes.edu.co/14780/>
- Núñez-López, S., Ávila-Palet, J. y Olivares-Olivares, S. (2017). El desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes universitarios por medio del Aprendizaje Basado en Problemas. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 8(23), 84-103.
- Piñero, J. y Guerrero, A. (2017). Un paso más en el aprendizaje basado en problemas: aprendizaje mixto en la universidad. En J. Muñoz, A. Arnal-Bailera, P. Beltrán-Pellicer, M. Callejo, J. Carrillo (Eds.), *Investigación en educación matemática XXI* (p. 567). SEIEM.
- Rodríguez, F., Kolmos, A. y Guerra, A. (Eds.). (2017). *Aprendizaje basado en problemas en ingeniería: Teoría y práctica*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- Universidad Mariana. (2016). *Proyecto educativo del Programa de Ingeniería de Sistemas*. <http://isistemas.umariana.edu.co/sis/wp-content/uploads/2019/06/PEP-2016.pdf>
- Universidad Mariana. (s.f.). Programa de Ingeniería de Sistemas. <http://www.umariana.edu.co/ingenieria-sistemas.html>
- Valderrama, M. y Castaño, G. (2017). Solucionando dificultades en el aula: una estrategia usada el aprendizaje basado en problemas. *Revista Cuidarte*, 8(3), 1.907-1.918. <http://dx.doi.org/10.15649/cuidarte.v8i3.456>