

## Estrategia de aprendizaje de la programación a partir de proyectos en ingeniería de sistemas



Revista EIA  
ISSN 1794-1237  
e-ISSN 2463-0950  
Año XIX/ Volumen 20/ Edición N.40  
Julio - diciembre de 2023  
Reia4001 pp. 1-15

Publicación científica semestral  
Universidad EIA, Envigado, Colombia

OMAR IVAN TREJOS<sup>1</sup>

✉ LUIS EDUARDO MUÑOZ<sup>1</sup>

1. Universidad Tecnológica de Pereira - Colombia

### PARA CITAR ESTE ARTÍCULO / TO REFERENCE THIS ARTICLE /

Trejos, O.; Muñoz, L.  
Estrategia de aprendizaje de la programación a partir de proyectos en ingeniería de sistemas  
Revista EIA, 20(40), Reia4001.  
pp. 1-15.  
<https://doi.org/10.24050/reia.v20i40.1625>

✉ *Autor de correspondencia:*

Muñoz, L.  
Ing de Sistemas, Esp. en  
Instrumentación Física, MSc en  
Comunicación Educativa, PhD en  
Ciencias de la Educación  
Universidad Tecnológica de Pereira  
Correo electrónico:  
omartrejos@utp.edu.co

### Resumen

La adopción de estrategias de enseñanza y aprendizaje es uno de los retos que más se requiere superar en tiempos modernos por parte de los docentes cuya formación ha sido en ingeniería y que conduzca procesos de formación bien sea en la básica secundaria o a nivel universitario. El objetivo de este artículo es presentar la metodología, los resultados obtenidos y el análisis correspondiente de una investigación realizada en paralelo con dos grupos de programación de computadores a lo largo de tres años de los cuales, con uno se adoptó la metodología de aprendizaje basado en proyectos y con el otro se mantuvo la metodología tradicional de enseñanza y aprendizaje. Los resultados evidencian que cuando se relaciona el corpus de conocimiento de la programación de computadores con el desarrollo de proyectos específicos, desde el inicio de las asignaturas, se genera un gran impacto en el proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes dado que dicho conocimiento adquiere significado y sentido. Las conclusiones indican que conviene adoptar una metodología de aprendizaje por proyectos cuando se trata de la enseñanza de la programación de computadores.

**Palabras clave:** Aprendizaje, Computación, Ingeniería, Programación, Proyectos

**Recibido:** 26-06-2022

**Aceptado:** 15-05-2023

**Disponible online:** 01-06-2023

# A strategy for learning programming from projects in systems engineering

## Abstract

The adoption of teaching and learning strategies is one of the challenges required today by teachers who conducts programming courses in engineering and who conducts training processes either in the secondary school or at the university level. The objective of this article is present the methodology, the results obtained, and the corresponding analysis of an investigation made in parallel with two groups of computer programming over three years. With one we adopted the learning methodology based on projects and with the other one the traditional teaching and learning methodology was maintained. The results show that when the corpus of knowledge of computer programming is related to the development of specific projects, since the beginning, a great impact is generated in the learning of programming by students because the knowledge requires meaning. The conclusions indicate that is very convenient to adopt a project learning methodology in a computer programming course.

**Key Words:** Computing, Engineering, Learning, Programming, Projects

## 1. Introducción

Alrededor de las estrategias de enseñanza y aprendizaje se ha teorizado tanto que, desde la perspectiva de la docencia por parte de ingenieros, la escogencia de un modelo o una teoría para ser llevado a la escena académica implica un estudio profundo y detallado de manera que puedan coincidir las expectativas de lo que se quiere lograr en los procesos de formación y aprendizaje con los mecanismos con que cuentan dichas teorías para lograr cambiar la base cognitiva de manera que el estudiante asimile, aprenda, apropie, aplique y retroalimente los nuevos conocimientos (Trejos Buriticá, 2012).

La adopción de la estrategia de aprendizaje basado en proyectos es una de las vertientes modernas que dinamiza el aprendizaje en ingeniería (Baca, 2015), especialmente, en lo que corresponde a áreas puramente tecnológicas como es la programación (Fuentes Rosado & Moo Medina, 2017). El problema que se quiere abordar consiste en determinar si dicho modelo de trabajo, comparativamente, es más productivo (en términos de aprendizaje) para el estudiante que los mecanismos tradicionales de enseñanza (léase exposición magistral e instrumentos convencionales como tablero, marcador y borrador) (Diaz Barriga & Hernández Rojas, 2002) y de esa forma poder realizar recomendaciones al respecto o, por lo menos, aportar a la discusión

alrededor de las formas pedagógicas que se han de incorporar en una clase para que se alcancen logros por caminos más expeditos y en los cuales se refleje el esfuerzo del docente ingeniero que, dicho sea de paso, no tiene la formación de pregrado que favorece este tipo de procesos (Pelletier, 2022).

Por lo tanto, el objetivo de la investigación que inspira el presente artículo consistió en realizar una experiencia en el aula que permitiera comparar un modelo de aprendizaje partiendo de los dos modelos planteados y, de paso, recomendar cómo hacerlo siguiendo los parámetros de la investigación científica (De Zubiría Samper, 2017). La novedad de este artículo radica en que se está realizando investigación educativa a nivel de los procesos de formación en ingeniería liderado por dos ingenieros de sistemas docentes y con título PhD en Ciencias de la Educación que comparan dos estrategias que bien pueden dinamizar la enseñanza y el aprendizaje en programación de computadores.

Es de anotar que este artículo es un producto de la tesis doctoral “Aprendizaje en programación: un problema de comunicación” (2012) cuyo devenir investigativo ha permitido que se siga investigando al respecto de los modelos, las teorías, las actividades y las estrategias que promueven el aprendizaje de la ingeniería en sus diferentes áreas, particularmente en programación de computadores, y que facilitan los logros y objetivos que se plantean curricularmente y que se refleja en libros como *Lógica de Programación* publicado por Ediciones de la U.

La tesis doctoral en mención ha originado una segunda tesis doctoral titulada “Modelo de socialización del conocimiento profesional a partir del aprovechamiento de nuevas tecnologías, redes sociales y sus servicios asociados y del desarrollo de competencias blandas de incorporación en grupos interdisciplinarios de los estudiantes, en el proceso de aprendizaje de la programación de computadores. Caso: Ingeniería de Sistemas y Computación, Universidad Tecnológica de Pereira” (Muñoz Guerrero, 2019). El estudio ha sido realizado con grupos de programación (1º y 2º semestre) de la Universidad Tecnológica de Pereira durante los años 2017, 2018 y 2019 a lo largo de 6 semestres y la metodología adoptada se explicará puntualmente en el ítem que corresponde.

Esta línea de investigación ha llevado a que se estudien los modelos de aprendizaje (De Zubiría, 2006), específicamente el modelo de aprendizaje basado en proyectos, el sentido de la programación de (Ortiz, 2008) computadores desde la perspectiva de la lógica computacional (Wing, 2006), el pensamiento crítico (Beecher, 2017), el aprovechamiento de la tecnología y la

algoritmización del pensamiento en la construcción de soluciones (Chen, 2017) (Demchenko, 2016) y el sentido de articulación de la ingeniería de sistemas y computación con la resolución de necesidades de la sociedad (Acevedo, 2019) (Bello, 2018).

Ante el problema planteado se puede pensar que, desde una perspectiva investigativa y a manera de hipótesis, la pregunta surge en relación con la posibilidad de encontrar un camino que, de forma comparativa, permita evidenciar sobre la base de unos resultados metodológicamente obtenidos, cuál metodología es más conveniente al momento de conducir un curso de programación de computadores: el modelo de aprendizaje basado en proyectos o la metodología tradicional de enseñanza y aprendizaje. La respuesta a esta hipótesis es el contenido del presente artículo.

La organización del artículo obedece al estándar internacional IMRYD (Day, 2005) (Barbara, 2012) en el cual se realiza una introducción seguida de un marco teórico, se presenta la metodología al máximo nivel de detalle posible. Luego se presentan los resultados y finalmente se realiza una discusión y se infieren unas conclusiones a partir de la experiencia investigativa.

## 2. Marco Teórico

En primer lugar, debe tenerse en cuenta que un modelo educativo o modelo pedagógico está formado por el conjunto de teorías y perspectivas pedagógicas que permite a los docentes una orientación de manera que pueden elaborar los planes de estudio y el camino para sistematizar el proceso de enseñanza y aprendizaje (Vives Hurtado, 2016) con el ánimo de que todos los esfuerzos para transformar la base cognitiva de los estudiantes, desde la óptica de una institución, se refleje en la asimilación, apropiación, aplicación, retroalimentación y evaluación de nuevos conocimientos y su relación con los conocimientos previos.

Por su parte, un modelo de aprendizaje es una parte del modelo pedagógico y está compuesto por aquellas teorías, estrategias y lineamientos que se diseñan para facilitar el proceso de aprendizaje de nuevos conocimientos dentro de un contexto específico de formación, conocimientos, reglas y significado (Ballester Valori, 2011) (Creekmore, 2015). La formación, en el caso que de la presente investigación, corresponde al nivel universitario programa ingeniería de sistemas y computación. Los conocimientos están compuestos por el corpus de saberes específicos que han permitido la amalgama entre matemáticas, lógica, computación y tecnología como fundamento

para la implementación de soluciones a problemas de la sociedad. Las reglas están determinadas por el pensamiento computacional en el cual se involucra el pensamiento crítico, la buena utilización de las tecnologías y la algoritmización de las soluciones a los problemas de la sociedad. El significado radica en la interpretación que se pueden hacer de estas herramientas, en la manera como se pueden combinar y en las nuevas relaciones que surgen entre ellas como camino de resolución sistemática de problemas (Bruner, 2010).

Se puede hablar de un modelo tradicional de aprendizaje como aquel que es magistrocentrista, es decir, que está centrado en lo que diga, exponga, explique o plantee el docente como gran fuente de verdad y de conocimiento (Diaz, 2022). Este es un modelo que en la actualidad se ha cuestionado pues con el planteamiento de la teoría del Conectivismo (Baker, 2013) se tiene presente que el conocimiento ya no está siempre en la mente del estudiante o del docente y que el acceso a las redes de información y de conocimiento, apoyadas en las tecnologías, es fácil encontrar estudiantes cuyos conocimientos puntuales y caminos de consulta podrían, en un momento determinado, superar el nivel de conocimientos que tenga el docente aunque no siempre ello conlleve a que lo superen en experiencia (Strawser, 2022).

El aprendizaje basado en proyectos (conocido también como PBL por sus siglas en inglés –Project based learning) corresponde a una metodología que busca que los estudiantes aprendan participando activamente en el desarrollo de una propuesta académica que requiere los conocimientos que corresponden a una o más asignaturas y que potencializa la motivación para aprender (Calvo, 2011). Normalmente se trabaja en grupos activos y se busca que cada alumno tenga una participación muy activa en él bien desde la perspectiva de asignaciones específicas y puntuales o bien desde el sentido grupal que, implícitamente, involucra la metodología PBL.

Es de anotar que en esta metodología, el rol del docente es menos activo luego PBL no es magistrocentrista y el docente no es la gran fuente de información, conocimiento y sabiduría. El papel del docente se remite a un acompañamiento moderado desde el cual propende por lograr consensos al interior de cada grupo y orientar el desarrollo del proyecto por parte de los alumnos. Los espacios físicos para los estudiantes tanto para su trabajo como interacción (Medina, 2010), todo ello en función de la culminación exitosa del proyecto, son de gran importancia puesto que el estudiante requiere una actividad de movimiento que normalmente no se ve en las clases tradicionales en las cuales ellos están sentados, todos de frente al docente, en posición en que solo observan mas no participan pues el mecanismo

de enseñanza es unidireccional y el gran recurso con que cuenta el alumno es su propia memoria.

La programación de computadores se ha ido convirtiendo en un área de gran importancia para la formación del pensamiento computacional y del pensamiento crítico (Van Roy & Haridi, 2004). En cuanto al pensamiento computacional, la programación de computadores permite que el estudiante conozca, apropie y aplique un conjunto de saberes derivados de la lógica binaria que, a partir del uso de un lenguaje de programación, permiten la implementación de soluciones a problemas reales. En referencia al pensamiento crítico, la programación de computadores busca en la lógica binaria todo lo que requiere para que no sólo se pueda implementar la solución sino que, por momentos, se pueda cuestionar las reglas que subyacen a la aplicación de dicha lógica desde una perspectiva de gran argumentación técnica y científica.

Siendo el pensamiento computacional una tendencia mundial que se ha ido incorporando cada vez en los programas de formación universitaria y que no solamente corresponden a ingenierías o programas tecnológicos, vale la pena tener en cuenta que el pensamiento computacional es el camino a través del cual se pueden resolver problemas o situaciones problema, se pueden diseñar soluciones que permitan encontrar formas para entender el comportamiento humano a partir de los recursos, conceptos, modelos y teorías que subyacen a la informática. Esto nos indica que lo más importante de este tipo de pensamiento es razonar como lo haría un hombre de ciencia del área de la informática cuando se enfrenta a la resolución de un problema.

El pensamiento computacional tiene entre sus componentes el pensamiento crítico que consiste en el conjunto de razonamientos que permiten realizar análisis, entendiendo y evaluando la forma que los conocimientos están organizados para poder interpretar y describir el mundo que nos rodea, especialmente aquellos planteamientos, teorías, modelos y descripciones que provienen de la vida cotidiana y que normalmente se aceptan como verdaderas.

Otra componente del pensamiento computacional es el aprovechamiento de las nuevas tecnologías, aprovechando que han penetrado prácticamente cada rincón de la vida social, económica, política y cotidiana del ser humano y de la sociedad en su conjunto. De la misma forma, el pensamiento computacional involucra una algoritmización de las soluciones que no es más que el camino para visualizar una solución a un problema desde la perspectiva de los conceptos, modelos y teorías que provee la computación.

En tiempos modernos, esta es la razón por la cual se han organizado programas de Ingeniería de Sistemas y Computación para que, de una manera sistemática, se puedan formar estudiantes con un perfil en el cual se fortalezca el pensamiento computacional en sus tres componentes. En un programa de Ingeniería de Sistemas cuya gran fortaleza sea la programación de computadores, tal como es el caso de estudio en la Universidad Tecnológica de Pereira, resulta ser de una gran importancia analizar estrategias y modelos que posibiliten la enseñanza, el aprendizaje y, sobre todo, la investigación acerca de la programación de computadores pues constituyen el corpus principal del conjunto de conocimientos que permiten que el estudiante cambie su base cognitiva y se apropie de estos nuevos saberes que el mundo y la sociedad de hoy le exige.

En tiempos modernos y en programas de formación universitaria, han de cuestionarse los docentes de manera permanente con preguntas que, siendo recurrentes, permiten dinamizar los procesos a través de los cuales se pretende llegar a los alumnos. ¿Para qué enseñar? ¿Qué enseñar? ¿Cuándo enseñar? ¿Cómo enseñar? ¿Qué, cuándo y cómo evaluar? Son preguntas cuyas respuestas, para los efectos del presente artículo podrán tener respuestas disímiles frente a las cuales los docentes ingenieros son invitados a pensar en la forma como se aproximan al conocimiento de sus alumnos.

En la metodología tradicional (magistrocentrista) el para qué lo definen los propósitos, el qué lo definen los contenidos, el cuándo está definido por la secuencia de conocimientos, el cómo lo establecen las estrategias metodológicas y la evaluación se convierte en la gran respuesta para la última pregunta. En la metodología PBL el para qué se define desde la perspectiva del uso del conocimiento, es decir, de su significado y sentido; el qué está fundamentado en el desarrollo de proyectos que posibiliten una interacción muy activa entre el estudiante con el conocimiento y con otros estudiantes; el cuándo implica un aprendizaje permanente, es decir, en todo momento; el cómo se resuelve con la implementación de proyectos para acceder al conocimiento desde una perspectiva práctica de uso del conocimiento y la evaluación está basada en el cumplimiento y culminación exitosa del proyecto.

Será un reto del docente ingeniero en una asignatura de programación de computadores, si decide adoptar la metodología PBL, pensar en un proyecto que involucre el corpus completo de conocimientos que han de adquirirse en el desarrollo de la asignatura de forma que, en el avance del tiempo, se vaya necesitando al ritmo de las necesidades de avance sobre el proyecto y basado en el desempeño de cada grupo de trabajo. Para ello, será igualmente

importante que el docente ingeniero ayude a concientizar a los estudiantes la importancia de trabajar en grupo y en saber que el conocimiento, desde esta perspectiva, es un factor enriquecedor tanto a nivel individual como a nivel grupal.

### 3. Metodología

La metodología de investigación adoptada implicó la selección de dos grupos por cada semestre de estudio desde el I semestre del año 2017 hasta el II semestre de 2019, tiempo de 3 años de estudio suficiente para realizar análisis y llegar a conclusiones que permiten aproximarse de una forma comparativa a las bondades de la metodología PBL. Se procuró que cada grupo correspondiera a un contenido de asignatura diferente para intentar ser lo más objetivo posible. Los cursos fueron seleccionados al azar entre el 1º y el 2º semestre del programa Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Tecnológica de Pereira. Es de anotar que en el 1er semestre de Ingeniería de Sistemas de la universidad en mención, el contenido de la asignatura Programación I se refiere al paradigma de programación funcional y el 2º semestre de dicho programa de formación imparte en la asignatura Programación II el paradigma de programación imperativo. La tabla 1 presenta la cantidad de estudiantes que participaron en la investigación.

**Tabla 1.** Estudiantes participantes en la investigación

Año	Sem	Estuds Curso con PBL	Estuds Curso sin PBL	Total X Sem
2017	I	22	21	43
	II	21	22	43
2018	I	22	21	43
	II	20	21	41
2019	I	19	20	39
	II	21	20	41
Total		125	125	250

Por una coincidencia inesperada, la cantidad total de estudiantes que participaron en ambos grupos fue igual (125). Es de anotar que, en promedio, por cada semestre se cuenta con 400 estudiantes aproximadamente lo cual permite que la cantidad de estudiantes participantes corresponde a una proporción aproximada del 10%

lo cual estadísticamente es favorable para efecto de validez de las conclusiones e inferencias a las cuales se llegue con la investigación.

La metodología aplicada con los grupos en los cuales se adoptó la metodología PBL se resume en los siguientes puntos:

- Se organizaron, al azar, grupos de trabajo de 5 personas. Algunos de estos grupos tuvieron que dejarse con 6 alumnos de manera excepcional, por la cantidad de alumnos que se involucraron
- Se socializaron con los grupos actividades y fundamentos para interactuar de manera productiva alrededor de un proyecto. Al mismo tiempo se socializó el objetivo de la metodología PBL y los propósitos de la investigación
- Se entregó, a cada grupo, un enunciado a desarrollar a partir de los conocimientos y saberes que conforman el corpus de la asignatura y cuyo avance estará mediado por el avance temático en la asignatura
- Se presentó un plan de trabajo a lo largo del semestre (semana por semana) de forma que se articule el contenido de la asignatura con el avance en el proyecto estableciendo objetivos de avance por cada semana así como objetivos de aprendizaje
- Se plantearon fechas de revisión que tendrían la validez de evaluaciones parciales y se asignaron porcentajes en relación con el 100% de la nota final
- Se facilitaron mecanismos de comunicación directa (asesorías personalizadas, acompañamiento permanente por parte del docente) y mecanismos de comunicación mediada (correo electrónico, grupo de WhatsApp, servicio de Skype para comunicación por video)
- Se inició el proceso de desarrollo y se involucraron actividades de motivación para que los estudiantes disfrutaran el proceso de desarrollo del proyecto así como el avance en el aprendizaje y el trabajo en grupos académicos productivos

La metodología aplicada con los grupos en los cuales no se adoptó la metodología PBL sino que se procedió bajo la metodología tradicional magistrocentrista se presenta a continuación:

- Se presentó la asignatura, sus objetivos de aprendizaje y su secuencia de contenido (semana por semana) así como la metodología que se usaría y los mecanismos de evaluación escrita que se adoptarían junto con sus respectivos porcentajes. A los estudiantes de estos grupos también se les explicó los propósitos y los alcances de la investigación.
- Se acudió al uso de computador y videobeam en aquellos casos en los cuales era necesario y se dejaron, en la mayoría de las

sesiones, talleres para que fueran desarrollados por los alumnos tomando como base los conocimientos vistos en clase

- Se procedió, durante el semestre, a realizar evaluaciones parciales en la 4<sup>a</sup>, 8<sup>a</sup> y 12<sup>a</sup> semana todo bajo una metodología centrada en el docente como tradicionalmente se hace

Vale la pena anotar que el examen final de ambos grupos (grupo con metodología PBL y grupo con metodología tradicional) se realizó en día, lugar, hora y condiciones similares con el ánimo de mantener, al máximo, la objetividad que se requiere que las inferencias y conclusiones tengan, en lo vivencial, la confiabilidad que se necesita en este tipo de investigaciones. El contenido temático de las evaluaciones parciales correspondió siempre al mismo, es decir, en los grupos con PBL se evaluó lo mismo que se evaluó en los grupos sin PBL; la diferencia radicó en que dichas evaluaciones parciales se realizaron desde perspectivas diferentes como ya se ha explicado.

#### 4. Resultados

Las tablas 2A y 2B presentan los resultados cuantitativos de las evaluaciones parciales que presentaron los estudiantes en ambos cursos. Se recuerda que dichas evaluaciones parciales tienen connotaciones diferentes pues en el curso donde se adoptó PBL corresponde a la valoración del avance del proyecto, su sustentación y su relación con el avance del corpus de saberes propio de la asignatura. Por su parte en los cursos donde se adoptó la metodología tradicional, las evaluaciones parciales se realizaron como pruebas escritas individuales manteniendo el sentido de lo tradicional en la escena académica. Para facilitar el análisis de los resultados, las tablas 2A y 2B presentan el promedio de cada grupo como una medida de tendencia central que facilita la interpretación de dichos resultados.

**Tabla 2A.** Notas evaluaciones parciales – Cursos con PBL

<b>Año</b>	<b>Sem</b>	<b>I P</b>	<b>II P</b>	<b>III P</b>	<b>Prom</b>
2017	I	4,5	4,4	4,7	4,5
	II	4,3	4,4	4,8	4,5
2018	I	4,4	4,3	4,8	4,5
	II	4,5	4,5	4,7	4,6
2019	I	4,6	4,3	4,8	4,6
	II	4,2	4,3	4,7	4,4
<b>Prom de prom</b>		<b>4,4</b>	<b>4,4</b>	<b>4,8</b>	<b>4,5</b>

**Tabla 2B.** Notas evaluaciones parciales – Cursos sin PBL

<b>Año</b>	<b>Sem</b>	<b>I P</b>	<b>II P</b>	<b>III P</b>	<b>Prom</b>
2017	I	3,2	3,0	3,1	3,1
	II	3,1	3,4	3,2	3,2
2018	I	3,1	3,3	3,2	3,2
	II	3,2	3,2	3,4	3,3
2019	I	3,2	3,3	3,2	3,2
	II	3,2	3,3	3,5	3,3
<b>Prom de prom</b>		<b>3,2</b>	<b>3,3</b>	<b>3,3</b>	<b>3,2</b>

La tabla 3 presenta los resultados obtenidos en los exámenes finales que correspondió a la misma prueba tanto en forma como en fondo. Al igual que en las evaluaciones parciales, se promediaron las notas de los exámenes finales para facilitar la interpretación de resultados.

**Tabla 3.** Notas examen final

<b>Año</b>	<b>Sem</b>	<b>Grp con PBL</b>	<b>Grp sin PBL</b>
2017	I	4,5	3,1
	II	4,3	3,2
2018	I	4,4	3,1
	II	4,5	3,3
2019	I	4,4	3,2
	II	4,4	3,4
<b>Prom de prom</b>		<b>4,4</b>	<b>3,2</b>

Al finalizar el proceso de investigación se realizó una encuesta anónima escrita en la cual se realizaron unas preguntas puntuales. La tabla 4 presenta los resultados obtenidos.

Tabla 4. Encuesta realizada				
Pregunta	Grupo con PBL		Grupo sin PBL	
	Si	No	Si	No
¿Aprendió a programar?	120	5	100	25
¿Le gustó la experiencia investigativa?	125	0	0	125
¿Le hubiera gustado estar en el otro grupo?	0	125	125	0
¿Motiva el aprendizaje la metodología PBL?	122	3	124	1

## 5. Discusión y Análisis de Resultados

Lo primero que se tendrá en cuenta es el tamaño de la muestra pues durante los 6 semestres de investigación han pasado aproximadamente 2400 estudiantes, luego una muestra de 250 estudiantes permite lograr inferencias que, con un grado de confiabilidad significativo, posibilita conclusiones que bien pueden aplicarse a toda la población que se quiere abarcar. Vale la pena tener en cuenta que fue tan solo una coincidencia el hecho de que la cantidad de estudiantes con metodología PBL fuera la misma que la cantidad de estudiantes que participaron en la investigación y con los cuales se adoptó la metodología tradicional de enseñanza y aprendizaje.

Tal como se presenta en las tablas 2A y 2B, el análisis comparativo de las notas parciales (teniendo en cuenta la naturaleza de cada forma de evaluación parcial según se haya adoptado la metodología PBL o no) es notoriamente favorable hacia aquellos cursos en donde se adoptó la metodología. Cuando se calcula el promedio de los promedios de los promedios –valga la redundancia estadística- se encuentra que en los cursos con PBL este valor corresponde a 4,5 y en los grupos con metodología tradicional, el valor es igual a 3,2 lo cual establece una diferencia de 1,3 que corresponde al 26% de la nota máxima que corresponde al valor 5.0. Esto indica que se mejoró en una cuarta parte el rendimiento, aprendizaje y aplicación de los conceptos, teorías y modelos que

subyacen al paradigma que se hubiera estudiado a lo largo del curso al adoptar la metodología PBL.

El punto de encuentro de ambos cursos (aquellos en los que se adoptó PBL y aquellos en los que no) se dio en el examen final que se realizó en las mismas condiciones y con las mismas características para ambos tipos de cursos. Los resultados cuantitativos favorecen los grupos con PBL en un valor de 4,4 mientras que el mismo examen final obtuvo un promedio en los cursos sin PBL (metodología tradicional) de 3,2 lo cual arroja una diferencia similar a la obtenida en las evaluaciones parciales igual a 1,2 que en términos porcentuales correspondería al 24% si se compara con la nota máxima de 5,0 que un estudiante puede obtener. En este caso también se puede inferir que el rendimiento académico mejoró en una cuarta parte si se comparan los grupos que adoptaron PBL con los grupos en los cuales no se adoptó esta metodología.

Los resultados de las encuestas realizadas que se presentan en la tabla 4, dejan entrever una preferencia por el trabajo en grupo bajo la metodología PBL toda vez que a ambos tipos de grupos se les explicaron los propósitos de la experiencia y las expectativas que se tenían al respecto de la investigación. Ambos grupos aseguran que aprendieron a programar (bajo el paradigma que correspondiera en el contenido temático de la asignatura) sin embargo se nota una diferencia a favor de los grupos con PBL que si bien no es altamente significativa de todas formas es superior que la opinión de los grupos que no adoptaron esta metodología. Las reflexiones cualitativas que escribieron los estudiantes en relación con sus respuestas serán tema de otro artículo.

Se notó que ambos tipos de grupos hubieran querido trabajar bajo la metodología PBL lo cual es refleja en los resultados cuantitativos de las respuestas a la 2ª y 3ª pregunta pues los grupos sin metodología PBL, en su totalidad, no quedaron a gusto con la experiencia investigativa (incluso según sus respuestas cualitativas) pues, según la respuesta de la 3ª pregunta, les hubiera gustado también en el 100% haber trabajado con la metodología PBL. Por su parte en la última pregunta aceptan los estudiantes, en una inmensa mayoría (98,4%), que la metodología PBL motiva el proceso de aprendizaje lo cual se traduce en que se sienten a gusto, identificados y parte de este cuando se les involucra en experiencias de estas características que están orientadas, fundamentalmente, a propender por el aprendizaje.

## 6. Conclusiones

Teniendo en cuenta el objetivo de esta investigación que buscaba comparar la metodología PBL frente a la metodología tradicional de enseñanza (magistrocentrista) se puede concluir que la adopción de PBL en un curso inicial de programación en un programa de Ingeniería de Sistemas y Computación es mucho más motivante, propende más por el aprendizaje y lo posibilita y permite interacciones que si bien se pueden lograr desde otras estrategias en este caso se logra per se y, por lo tanto, es conveniente si se aplica en las condiciones y con las características como se realizó el estudio investigativo que inspira el presente artículo.

## Referencias

- Acevedo, K. R. (2019). La educación en la sociedad del conocimiento. *Revista Torreón Universitario*, 8(22), 79 - 83.
- Baca, G. (2015). *Evaluación de Proyectos*. Ciudad de México D.F.: McGraw-Hill.
- Baker, T. (2013). *Connectivism & Connected Knowledge*. NewYork (USA): Amazon Digital Services.
- Ballester Valori, A. (2011). *Meaningful Learning in practice*. Islas Canarias: Universitat de les Illes Balears.
- Barbara, J. e. (2012). How to write a scientific article. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 7(5), 512 - 517.
- Beecher, K. (2017). *Computational thinking for solving problem*. Londres: Chartered Institute.
- Bello, R. (2018). *La educación en la sociedad del conocimiento*. N.Y.: Kindle Unlimited.
- Bruner, J. (2010). *Actos de significado*. Buenos Aires: Gedisa.
- Calvo, J. (2011). *Aprendizaje basado en el problema*. Murcia (España): Editorial Diego Marín.
- Chen, F. e. (2017). Formation of ICT competence of future university teachers. *Open Access Journal*, 13(8), 4765 - 4777.
- Creekmore, J. D. (2015). *The active learning classroom*. Stillwater, USA: New Forums Press.
- Day, R. (2005). *How to write and publish scientific works*. Washington: The Oryx Press.
- Demchenko, I. (2016). Forming of futures teachers ICT competence. *Revista De Gruyter Open.*, 6(1), Págs. 54 - 61.
- De Zubiría Samper, J. (15 de Junio de 2017). El papel de la investigación en la consolidación de las innovaciones. *Revista Educación y Ciudad (IDEP)*(32), Págs 15-21.
- De Zubiría, J. (mayo 2017). Los modelos pedagógicos. *Encuentro Nacional de Pedagogía*. Popayán (Cauca): Universidad del Cauca.
- De Zubiría, J. (2006). *Los modelos pedagógicos, hacia una pedagogía dialogante*. Bogotá. Editorial Magisterio.
- Diaz Barriga, F., & Hernandez Rojas, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*. México: McGraw Hill.
- Diaz, N. (26 de junio de 2022). *Las TIC al servicio de la educación y de la sociedad*. Tucumán, Argentina: Universidad Siglo 21.
- Fuentes Rosado, J., & Moo Medina, M. (Julio de 2017). Dificultades de aprender a programar. *Revista Educación en Ingeniería - ACOFI*, 12(24), 76-82.
- Medina, J. (2010). *Los 12 principios del cerebro*. Bogotá: Grupo Editorial Norma.

- Muñoz Guerrero, L. (2019). Tesis Doctoral Modelo de socialización del conocimiento profesional aprovechando NTICs, redes sociales y sus servicios asociados y desarrollo de competencias blandas con grupos interdisciplinarios en Ing de Sistemas. Pereira (Risaralda): Doctorado en Ciencias de la Educación RudeColombia.
- Ortiz, A. (2018). Modelos Pedagógicos y Teorías del Aprendizaje. Bogotá: Ediciones de la U.
- Pelletier, K. e. (2022). 2022 Educause Horizon Report - Teaching and Learning Edition. Boulder, CO: Educause. Obtenido de <https://www.educause.edu/horizon-report-teaching-and-learning-2022>
- Strawser, M. (2022). Higher Education Implications for Teaching and Learning during COVID-19. London, UK: Lexington Books.
- Trejos Buriticá, O. (2017). Lógica de Programación. Bogotá. - Colombia: Editorial Ediciones de la U.
- Trejos Buriticá, O. (septiembre 2020). Aprendizaje de la programación con estrategia “divide and conquer” vs sin estrategia “divide and conquer”. Revista Entre Ciencia e Ingeniería. 14(28). 34-39.
- Van Roy, P., & Haridi, S. (2004). Concepts, Techniques, and Models of computer programming. Boston, USA: MIT Press. ISBN-13]:[978-0262220699.
- Vives Hurtado, M. (2016). Modelos pedagógicos y reflexiones para las pedagogías del sur. Boletín Virtual, 8(11), 1-16.
- Wing, J. (Marzo de 2016). Computational Thinking. Communications on the ACM, 49(3), 33-35.