

# Aprendizaje de la programación a partir de la evaluación, el conectivismo y el BBL

## Learning programming from evaluation, connectivism and Brain-Based Learning

Omar Iván Trejos Buriticá<sup>1</sup>, Luis Eduardo Muñoz Guerrero<sup>2</sup>

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-3751-6014>. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia, [omartrejos@utp.edu.co](mailto:omartrejos@utp.edu.co)

<sup>2</sup><http://orcid.org/0000-0002-9414-6187>. Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia, [omartrejos@utp.edu.co](mailto:omartrejos@utp.edu.co)

Fecha de recepción: 29/07/2022

Fecha de aceptación del artículo: 20/12/2022



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No comercial-SinObraDerivada 4.0 internacional.

DOI: <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.91571>

Cómo citar: Trejos Buriticá, O. I., & Muñoz Guerrero, L. E. (2022). Aprendizaje de la programación a partir de la evaluación, el conectivismo y el BBL. *Avances Investigación En Ingeniería*, 19(2). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.9157>

## Resumen

Este artículo compara la metodología tradicional de enseñanza de la programación frente a la teoría del conectivismo y su articulación con BBL (Brain-based Learning) en un curso inicial de programación de computadores en Ingeniería de Sistemas. Se procedió a trabajar con dos subgrupos de forma que en cada uno se aplicó una metodología diferente de evaluación para, posteriormente, compararlas en lo cuantitativo y en lo cualitativo, de manera que pudiera sugerirse qué metodología promueve mejor el aprendizaje de la programación. Los resultados demuestran una gran favorabilidad hacia la metodología de evaluación apoyada en conectivismo debido a varios factores: la tecnología como lenguaje natural de los jóvenes de hoy, el océano de respuestas que Internet puede brindar y los elementos teóricos que constituyen las bases del conectivismo como teoría de aprendizaje, así como la aplicación de BBL en un contexto evaluativo. Se concluye que es posible alcanzar la motivación requerida para un aprendizaje efectivo, duradero y sintonizado con los jóvenes de hoy, a partir de las bondades que proporcionan ambas teorías.

**Palabras clave:** Aprendizaje, Computación, Conectivismo, Evaluación, Programación.

## Abstract

This article presents results, analysis and discussion derived from research made in a Computer Programming course in Systems and Computer Engineering whose objective was to establish comparative criteria that would capitalize the advantages of Connectivism with windows of time, as a learning instrument, in front of traditional methodology of evaluation by individual written exams. We proceeded to work forming two subgroups so that each one responds to a different methodology of evaluation to then compare them quantitatively and qualitatively. The results show great favorability towards the evaluation methodology supported in Connectivism. It is concluded that, in a controlled environment, taking advantage of the options provided by the Connectivism, it is possible to achieve the motivation required for a more effective, more lasting learning and more tuned to the natural language of today's young people: technology.

**Keywords:** Assessment, Computing, Connectivism, Learning, Programming.

## 1. Introducción

En un curso de programación de computadores dentro de un programa de ingeniería de sistemas y computación (o cualquiera de sus vertientes curriculares actuales) el concepto de evaluación es un elemento que se usa tradicionalmente para hacer una estimación del conocimiento adquirido por un estudiante y, a partir de los resultados, realizar una retroalimentación; sin embargo, la concepción teórica sobre la cual se ha realizado esta experiencia de investigación es que la evaluación puede constituirse, si así se quiere por parte del docente, en un instrumento de aprendizaje de forma que posibilite retroalimentar los conocimientos adquiridos por parte del estudiante.

Si sabemos que aprender a programar implica asimilar, apropiarse y aplicar un conjunto de reglas que obedecen a una lógica diferente de la lógica deliberativa natural humana y que un curso de programación implica establecer métodos que permitan saber hasta qué punto esta asimilación se ha dado, entonces los ingenieros docentes tienen ante sí un reto que no se ha dimensionado apropiadamente.

La evaluación, en todo proceso de aprendizaje, merece una atención que va muy por encima del simple hecho de obtener unos valores cuantitativos. Según las reflexiones y la experiencia investigativa y académica del autor de este artículo, evaluar implica intentar encontrar el nivel en el cual el estudiante se encuentra en el proceso de asimilación de un nuevo conocimiento y establecer aquellas fronteras que el mismo estudiante ha encontrado para que dicho proceso de asimilación sea posible.

En el proyecto de investigación que inspira el presente artículo se busca establecer mecanismos que permitan hacer una comparación de efectividad entre diferentes

metodologías en relación con el proceso de aprendizaje y su relación con la evaluación, de forma que se pueda determinar un camino por donde el aprendizaje pudiera ser más efectivo. Para este proceso se han elegido dos metodologías: evaluación por exámenes escritos de la manera como se ha hecho tradicionalmente, es decir, en donde los estudiantes están aislados unos de otros trabajando individualmente.

De otra parte, se ha optado por una evaluación escrita, con control de ventanas de tiempo y acceso a internet y a los compañeros, en la cual el estudiante tiene opciones para fortalecer su aprendizaje (o para recordar lo olvidado) dado que la tensión propia de una evaluación parcial universitaria genera algunas dificultades momentáneas con la información y el conocimiento que se encuentra en la memoria.

Este segundo camino para efectuar la evaluación implica un control riguroso de acceso a medios de comunicación, de resolución de las dudas presentadas y de consulta por los servicios que ofrece la Internet. Si bien es cierto que esto podría facilitar, in extremis, el camino para que los estudiantes obtengan una muy buena nota aún sin haberse preparado apropiadamente para su examen, será el docente quien tenga que diseñar una evaluación que sirva para el objetivo propuesto y que, además, capitalice las ventajas que ofrecen las nuevas tecnologías de la información y la comunicación a la luz de la teoría del conectivismo.

Este artículo contiene una experiencia novedosa pues combina y aprovecha elementos de la teoría de aprendizaje por descubrimiento, aprendizaje significativo, active Learning, aprendizaje basado en el cerebro y conectivismo. Se justifica la experiencia ya que vale la pena buscar, poner en escena y evaluar estrategias que propendan por

un aprendizaje efectivo tratándose de la programación de computadores que, a diferencia de otras áreas de conocimiento, requieren la apropiación y aplicación de reglas lógicas diferentes a las naturales del ser humano.

Este artículo se deriva del proyecto de investigación registrado con código 6-16-13 ante la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión de la Universidad Tecnológica de Pereira titulado “Desarrollo de un modelo metodológico para el aprendizaje de la programación imperativa en Ingeniería de Sistemas basado en aprendizaje significativo, aprendizaje por descubrimiento y un modelo de preferencias de pensamiento”.

La temática planteada es vital para aquellos programas de ingeniería de sistemas cuyo perfil profesional está basado en el desarrollo de competencias en programación de computadores, así como en otros programas de formación profesional en donde la lógica de programación se tenga como un referente para el desarrollo del pensamiento lógico computacional.

La investigación se realizó a lo largo de 6 semestres durante los años 2017, 2018 y 2019 en el programa Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Tecnológica de Pereira asignatura Programación II. Ante el reto de pensar si es posible abrir puertas a las nuevas formas de concepción del aprendizaje para potencializarlo frente a la apropiación y aplicación de una lógica diferente a la lógica deliberativa humana que es la base para el aprovechamiento de las tecnologías computacionales, bien podría pensarse en que fuera esta la base para el planteamiento de una hipótesis a lo cual la respuesta está contenida, de manera favorable, en el corpus del presente artículo.

## 2. Fundamentos teóricos

El desarrollo de esta investigación ha tenido unos pilares teóricos que, si bien no se pueden explicar plenamente como merecerían, por lo menos se pueden exponer algunos conceptos considerados como fundamentales a la hora de acudir a dichos planteamientos.

### 2.1. Aprendizaje por descubrimiento

El aprendizaje por descubrimiento establece que todo lo que el ser humano descubre, dentro o fuera de un proceso de aprendizaje, queda almacenado en la memoria a largo plazo y podría aplicarlo en cualquier momento en situaciones similares o disímiles a aquellas en las cuales descubrió el nuevo conocimiento como en [1].

En el aprendizaje por descubrimiento la adquisición, apropiación y asimilación del conocimiento tiene tres procesos: el primero es la recepción, el segundo es la transformación y el tercero es la evaluación. En la recepción, el cerebro se vale de los sentidos para recibir nueva información y un significado que le brinde sentido a dicha información como en [2]. En este proceso es de gran importancia el conjunto de patrones, razonamientos y elementos de juicio que tiene el ser humano para asimilar el nuevo conocimiento y que, normalmente, son herencia del contexto extrainstitucional en el cual vive cotidianamente cada individuo.

La transformación corresponde a la búsqueda y hallazgo de sentido y significado del nuevo conocimiento dentro del diario vivir del estudiante y en el cual se intenta articular lo que se ha recibido como nuevo (a través de los sentidos) y las situaciones problemáticas de la vida corriente en las cuales dicho conocimiento cobra cierto nivel de relevancia como se plantea en [2]. La evaluación es el proceso mediante el cual se establecen unos criterios

que permitan revisar la coincidencia y relevancia entre el nuevo conocimiento y las situaciones de la vida real en las cuales dicho conocimiento podría ser aplicado, todo esto dentro de un proceso de descubrimiento que es el que se devela a la luz de la teoría de aprendizaje respectiva como se presenta en [3].

Dentro de la teoría del aprendizaje por descubrimiento, la fascinación por lo insólito constituye un elemento de gran importancia puesto que esto genera la motivación necesaria para que el estudiante busque, y en la mayoría de los casos encuentre, las respuestas que resuelven las preguntas que aquello insólito genera como en [4].

## **2.2. Aprendizaje significativo**

Por su parte, el aprendizaje significativo fundamenta su teoría en el hecho de que el ser humano aprende mucho más fácil si el nuevo conocimiento adquirido tiene significado y sentido como en [5]. Que tenga significado quiere decir que tiene aplicación en el mundo cotidiano que vive el estudiante, bien sea en lo vivencial o en lo académico, y que tenga sentido implica que pueda ser aplicado en un contexto de forma que aporte para resolver algún tipo de problema o de mejorar ciertas condiciones de vida.

Según la teoría del aprendizaje significativo, lo más importante en un proceso de aprendizaje es lo que el estudiante ya sabe, razón por la cual esta teoría se fundamenta en la trilogía conformada por el conocimiento previo, el nuevo conocimiento y la actitud del estudiante. El conocimiento previo está conformado por el conjunto de juicios, modelos y teorías que subyacen al pensamiento del estudiante y que han sido adquiridos bien a lo largo de su vida académica o bien, y mayoritariamente, a lo largo de todas las situaciones vividas en el contexto extrainstitucional como en [6].

El nuevo conocimiento está conformado por todos aquellos modelos, teorías, estructuras o juicios que el estudiante aún no conoce o a los cuales no ha tenido acceso. Esto implica que cuando se habla de “nuevo” conocimiento se hace bajo la acepción de, según RAE (Real Academia Española) nuevo es aquello “Distinto o diferente de lo que se había o se tenía aprendido”.

La actitud del estudiante, como tercera componente del aprendizaje a la luz de esta teoría, se conforma de la motivación y de la capacidad que el estudiante desarrolle para establecer nexos entre el conocimiento previo y el nuevo conocimiento, como se plantea en [7]. Esta capacidad se desarrolla a partir de la implementación de estrategias de aprendizaje dentro y fuera del aula que se convierten en un reto para el docente al momento de estudiarlas y aplicarlas en un proceso específico de aprendizaje. Por su parte, la motivación está conformada por unos ánimos positivos y por toda la voluntad que el estudiante aporta para participar dentro del proceso de aprendizaje con el ánimo de aprender, es decir, de apropiarse, asimilar, aplicar y retroalimentar el conocimiento que se adquiere y que tiene una connotación de novedoso.

## **2.3. Active Learning**

La estrategia de Active Learning es un camino a través del cual se puede lograr que el estudiante establezca, y se comprometa con sus metas de aprendizaje, participe en el diseño del proceso para lograrlo y tenga elementos de juicio para determinar si dicho proceso ha sido exitoso como en [8].

Con esta estrategia el rol del docente cambia a convertirse en un acompañante guía y coequipero que proporciona indicaciones necesarias para que el estudiante, a la luz

de sus propios objetivos, vaya ajustando su propio proceso de aprendizaje de manera que se involucre en el alcance de sus logros y sea partícipe de sus ajustes a la luz de un objeto de estudio específico.

## 2.4. *Brain-Based Learning*

BBL describe una teoría de aprendizaje que se basa en las características fisiológicas propias del cerebro y que significan Brain Based Learning (Aprendizaje basado en el cerebro) según [9].

Según esta teoría, es esencial tener un conocimiento más detallado del cerebro para aplicar las teorías de aprendizaje de una forma tal que se articule con su fisiología. BBL se basa en un conjunto de principios que han sido producto de la investigación en el plano neurológico y que ha permitido cristalizar diferentes modelos del cerebro sin olvidar que el conocimiento detallado de este órgano es todavía incipiente en consideración con sus insondables capacidades como en [10].

Algunos de estos principios, que han servido de fundamento para el desarrollo de esta investigación, se enuncian a continuación:

- a) el aprendizaje involucra la fisiología,
- b) el cerebro es social,
- c) la búsqueda de significado es innata,
- d) la búsqueda de significado ocurre por patrones,
- e) el cerebro procesa las partes y el todo simultáneamente,
- f) las emociones son críticas en la formación de patrones,
- g) el aprendizaje incluye atención enfocada y percepción periférica,
- h) el aprendizaje incluye procesos conscientes e inconscientes,
- i) en el cerebro contamos con la memoria espacial y la memoria rotante,
- j) el aprendizaje se desarrolla,
- k) el aprendizaje complejo se mejora con los retos y se inhibe con los castigos,
- l) cada cerebro está organizado de manera única como en [11].

## 2.5. *Teoría del Conectivismo*

El conectivismo se puede describir como una teoría de aprendizaje para la era digital moderna, propuesta por Stephen Downes y George Siemens. Según sus planteamientos, el aprendizaje se produce por medio de conexiones que se dan a partir de las diferentes redes que permiten la interacción entre seres humanos sobre una base de nodos y conexiones conceptuales que son las que definen el aprendizaje. El conectivismo consagra como elementos constitutivos del aprendizaje conceptos como el caos, las redes, la complejidad y la autoorganización como en [12].

Según el conectivismo, el aprendizaje sucede dentro de entornos virtuales a partir de la interconexión entre elementos básicos que no están necesariamente bajo el control del aprendiz. Esta teoría acepta, por primera vez, que el aprendizaje puede residir fuera de nosotros mismos bien sea en una organización o en una base de datos como se plantea en [12]. El proceso de aprendizaje implica la conexión de conjuntos de información con cierto nivel de especialización con unas conexiones que son las que nos permiten aprender de manera que mejoren un estado actual de conocimientos, según lo que se presente en [13].

Bajo esta teoría, la interacción que se establecen entre los nodos de conocimiento se basa en la modificación veloz de las decisiones que se toman basado en ellos como en [13]. El pensamiento crítico emerge como una necesidad que permite distinguir entre información y conocimiento y que permite establecer cuáles de ellos alteran el paisaje basado en decisiones apropiadas. Algunos principios del conectivismo son: a) aprendizaje y conocimiento se basan en opiniones diversas, b) el aprendizaje implica un proceso a través del cual se conectan nodos especializados que también pueden llamarse como

d) en tiempos modernos es muy importante tener una capacidad posible para saber más, e) el aprendizaje se facilita por conexiones que faciliten un proceso continuo, f) la toma de decisiones es un proceso de aprendizaje en su mismo accionar y en su misma definición que obliga a tener elementos de juicio: qué se debe aprender y qué significado tiene esta en los tres contextos de aprendizaje.

Según la teoría del conectivismo, un conocimiento de hoy es posible que esté desactualizado o sea completamente inválido en situaciones, en problemas o en tiempos futuros, de manera que la revisión del conocimiento debe ser permanente pues incluso un mismo conocimiento y su relación con una situación específica puede cambiar tan solo con el paso del tiempo, como se presenta en [14].

## 2.6. Aprendizaje de la programación

La apropiación de los elementos que subyacen a la programación es de gran importancia en tiempos modernos, dado que se han constituido en un camino que fundamenta y promueve el pensamiento computacional y el pensamiento crítico, base para el desarrollo profesional, la toma de decisiones y la articulación de los nuevos egresados de todo programa universitario con la sociedad del mundo actual.

De allí que todo esfuerzo que se haga en relación con la búsqueda y hallazgo de caminos más expeditos para aprender a programar y que provengan de procesos investigativos, serán bienvenidos en el contexto académico pues no solo aportan al debate al respecto sino que abren nuevas puertas para experimentar y lograr que dichos caminos se cristalicen y, por lo tanto, se logre el objetivo de que sean muchas las personas que aprendan a programar computadores no como una habilidad tecnológica sino como una competencia profesional según [15].

## 3. Metodología

Para el desarrollo de la investigación que inspira este artículo se dividió el grupo en dos subgrupos. Con el primero de ellos se desarrolló la asignatura bajo la metodología tradicional de exposición magistral, desarrollo de ejercicios y resolución de problemas en clase, resolución de dudas, consulta dentro y fuera de la clase y, sobre todo, evaluaciones parciales escritas individuales sin ningún tipo de ayuda adicional. Con el segundo subgrupo se adoptó la metodología que se propone en la investigación y que consistía en exposición magistral acompañada de desarrollo de ejercicios y resolución de problemas en clase, así como la resolución de dudas y consultas dentro y fuera de clase. En las evaluaciones parciales, con este segundo subgrupo se permitió que estas fueran individuales, pero cada estudiante podía tener a la mano algún tipo de dispositivo (celular, computador, tablet, etc.), que le permitiera acudir a los servicios que la conectividad moderna provee.

Para que las actividades y estrategias adoptadas con cada subgrupo no se vieran afectadas por influencia del otro, se estableció que cada subgrupo se atendería, en sus sesiones magistrales, en horarios diferentes. Como la asignatura tiene 3 sesiones semanales de 2 horas cada una, se designó una hora para un subgrupo y la otra hora para el otro.

El acceso a los dispositivos y ayudas adicionales no se permitió durante todo el tiempo destinado a las evaluaciones parciales. En cada una de ellas se les informaba a los estudiantes a partir de qué momento podían acceder a los servicios de la web y usar sus dispositivos; también se les informaba por cuánto tiempo podían tener acceso a dichos servicios. Es de anotar que este tiempo nunca fue superior a 3 minutos pues la idea es que aprovecharan el instante para acceder a las

consultas, pero partiendo de lo que hubieren estudiado. Se realizaron indicaciones acerca del tipo de consultas que podían hacer y se estableció que no se podían comunicar con otro estudiante para solicitarle que le enviara las respuestas puesto que no era este el objetivo de la estrategia, lo cual se intentó controlar con vigilancia visual, pero debe admitirse que pudo no haber sido plenamente efectiva; por tal motivo, el control más importante fue la toma de conciencia en la participación del proceso investigativo.

En todo momento, durante el tiempo de acceso a los medios, estuvo muy atenta la vigilancia del docente caminando a lo largo y ancho del salón y tratando de controlar que las reglas establecidas se cumplieran. Una vez hubo terminado el tiempo de acceso y uso del dispositivo, se indicaba en dónde podían dejarlo de forma que, bajo la vigilancia del docente, se pudiera constatar que no se accedería a él por fuera de los tiempos indicados.

En cuanto a la aplicación del sustento teórico de la estrategia, se aprovechó la teoría de aprendizaje significativo para plantear enunciados y situaciones problema que tuvieran conexión con las vivencias cotidianas de los estudiantes en su mundo extrainstitucional. El aprendizaje por descubrimiento se aprovechó para motivar las consultas a partir de lo que el estudiante no recordaba, pero que sí había estudiado y para capitalizar la fascinación que provoca la tecnología dentro de una metodología que acude a las tecnologías modernas como sustento para acceder al conocimiento en las evaluaciones.

La estrategia Active Learning ha servido, dentro de esta investigación, para motivar a que los estudiantes se empoderen de su propio proceso de aprendizaje, para que se preparen para las evaluaciones parciales

como si no tuvieran ninguna otra opción de consultar durante dichas evaluaciones y para que sean conscientes de la importancia de aprender a largo plazo a partir de sus propios esfuerzos. La teoría BBL se ha capitalizado para que los alumnos acepten opiniones diversas que enriquezcan sus consultas, para aprovechar la socialización del conocimiento a través de los medios electrónicos, para resolver el problema del significado de algunos conceptos en relación con la vida cotidiana, para provocar emociones y cuestionar los patrones de estudio establecidos, para aprovechar los aprendizajes conscientes, para concienciar al alumno acerca de metas alcanzables y castigos evitables y para que el cerebro trabaje no solo en la búsqueda de soluciones sino en el aprovechamiento de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

La teoría del conectivismo se ha capitalizado en esta investigación para que el estudiante la conozca, la apropie, la utilice y la aproveche como base de su avance en el conocimiento dentro del proceso de aprendizaje y alcance de los logros establecidos en el curso de programación. La programación de computadores ha sido la temática central que ha permitido el corpus sobre el cual se han aplicado tanto las teorías que giran alrededor de esta investigación como las estrategias de aprendizaje con las cuales se espera que se mejore el camino para simplificar el logro de los objetivos establecidos.

De esta forma, se ha presentado la evaluación como una herramienta de aprendizaje de manera que sea motivante y no restrictiva con el subgrupo que se ha trabajado aplicando la teoría del conectivismo, al tiempo que se ha monitoreado lo que sucede con el grupo que se ha conducido bajo las metodologías tradicionales de enseñanza y aprendizaje de la programación, que ya se han explicado.

La tabla 1 presenta las estrategias y los tiempos que se estimaron apropiados para el desarrollo de esta investigación.

**Tabla 1.** Estrategias y tiempos estimados.

Estrategia	Tiempo Estimado (en min)	Frecuencia (en una misma evaluación)	Soporte teórico
Consulta por NTIC	3	2	Ap. Signif. Ap. x Descub.
Copiarle al compañero	2	1	Brain Based Learning Active Learning
Preguntar al docente	10	2	Ap. Signif. Active Learning
Discutir con compañero	3	2	Ap. X Descub. Brain Based Learning

Al final de semestre se realizó a todos los estudiantes (de ambos subgrupos) un examen final que incluyera todos los temas vistos durante el semestre. Este examen final se diseñó de forma que fuera evaluativo y cuya presentación obedecía a los parámetros convencionales (individual, desconectado y sin preguntas). La comparación entre los resultados cuantitativos de cada subgrupo nos permitiría realizar los análisis pertinentes a la luz de lo que se pretendía con la presente investigación. La tabla 2 presenta un resumen de la cantidad de estudiantes involucrados en la investigación que inspira este artículo.

**Tabla 2.** Estudiantes involucrados.

Año	Sem	Met Trad	Met	Total
2017	I	11	10	21
	II	10	10	20
2018	I	12	11	23
	II	11	11	22
2019	I	10	11	21
	II	12	12	24
<b>Total</b>		<b>66</b>	<b>65</b>	<b>131</b>

Met Trad = Metodología Tradicional  
Met Con = Metodología apoyada en conectivismo

Durante todo el proceso de investigación se procuró que los subgrupos quedaran con el mismo número de estudiantes. El criterio para dividir los grupos en subgrupos obedeció a la voluntad de los estudiantes una vez se les informó el propósito por lograr, las características, la metodología y el objetivo del curso.

## 4. Resultados

Las tablas 3a y 3b presentan el promedio de los resultados cuantitativos obtenidos en las evaluaciones parciales (P1, P2 y P3) tanto del subgrupo con el cual se trabajó la metodología tradicional como del subgrupo en donde la metodología se basó en conectivismo.

**Tabla 3A.** Resultados cuantitativos evaluaciones parciales.

Año	Sem	Metodología Tradicional			
		P1	P2	P3	Prom
2017	I	3,4	4,0	3,9	3,8
	II	3,3	4,1	3,5	3,6
2018	I	3,5	3,9	3,8	3,7
	II	3,6	3,8	3,7	3,7
2019	I	3,9	3,5	3,6	3,7
	II	3,2	3,2	3,5	3,3
<b>Promedios</b>		<b>3,5</b>	<b>3,8</b>	<b>3,7</b>	<b>3,6</b>

**Tabla 3B.** Resultados cuantitativos evaluaciones parciales.

Año	Sem	Metodología Conectivismo			
		P1	P2	P3	Prom
2017	I	4,3	4,2	4,6	4,4
	II	4,5	4,5	4,7	4,6
2018	I	4,2	4,3	4,5	4,3
	II	4,7	4,6	4,6	4,6
2019	I	4,5	4,3	4,4	4,4
	II	4,5	4,4	4,6	4,5
<b>Promedios</b>		<b>4,5</b>	<b>4,4</b>	<b>4,6</b>	<b>4,5</b>

La tabla 4 presenta el promedio de los resultados obtenidos en el examen final, que fue la misma prueba para ambos subgrupos.

**Tabla 4.** Resultados cuantitativos Examen Final.

Año	Sem	MetTrad Ex Fin	MetCon Ex Fin	Difer
2017	I	3,8	4,7	0,9
	II	3,8	4,7	0,9
2018	I	3,5	4,7	1,2
	II	3,7	4,7	1,0
2019	I	3,5	4,6	1,1
	II	3,4	4,7	1,3
<b>Promedios</b>		<b>3,6</b>	<b>4,7</b>	<b>1,1</b>

La observación directa por parte del docente sobre el avance de cada estudiante en relación con la apropiación del conocimiento de la programación de computadores, al margen de lo puramente cuantitativo, se refleja en la tabla 5 en donde se consigna el concepto cualitativo de si cada estudiante aprendió a programar o no y a cuál grupo pertenecía.

**Tabla 5.** Resultados cualitativos.

Año	Sem	¿Aprendió a programar? (según concepto cualitativo del docente)			
		Met Tradic		Met Conect	
		Sí	No	Sí	No
2017	I	6	5	9	1
	II	6	4	8	2
2018	I	7	5	9	2
	II	6	5	9	2
2019	I	7	3	10	1
	II	8	4	10	2
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>26</b>	<b>55</b>	<b>10</b>
<b>%</b>		<b>60</b>	<b>40</b>	<b>85</b>	<b>15</b>

Met Trad = Metodología Tradicional  
Met Conect = Metodología con conectivismo

## 5. Discusión

La metodología adoptada por subgrupos tiene la gran ventaja de disponer de los estudiantes para aquellas pruebas que se considere necesario realizar en conjunto e igualmente posibilita el desarrollo de todas las comparaciones y cruces de variables

posibles, pues depende exclusivamente del docente que está a cargo tanto de la asignatura como de la investigación. No puede negarse que la disposición de un grupo en dos subgrupos y la subdivisión del tiempo asignado que este acarrea, dentro del marco de la planeación de la asignatura, implica un trabajo adicional por parte del docente pues tendrá que lograr objetivos de aprendizaje en un tiempo más reducido que el que tenía originalmente.

La socialización de las dos metodologías, convivientes en el mismo salón de clases, permite también que se propicie una relación cercana entre los estudiantes y, a pesar de que la metodología adoptada pareciera arrojar unos resultados que satisfacen los objetivos de la investigación, no puede negarse que la influencia de un subgrupo (posiblemente el que vaya más avanzado en términos de los objetivos de aprendizaje) sobre el otro es un rédito intangible que mejora la apropiación, asimilación y aplicación de conceptos en términos del grupo en general. Si el objetivo de la asignatura es que los estudiantes hagan suyas las reglas de la lógica de programación, entonces una metodología como la que se sugiere ayuda a que, por la vía de la socialización entre los mismos alumnos, sea posible.

Esta misma metodología podría adoptarse en un estudio que se realizara en grupos independientes y, ojalá, con un grupo de docentes. Allí los resultados, a la luz de diferentes estilos de enseñanza, pero bajo los mismos objetivos, podrían dar elementos de juicio para facilitar una generalización de los resultados, incluso en asignaturas de otras áreas. Sin embargo, los resultados obtenidos dan un claro indicio de que es posible aprovechar las evaluaciones escritas como mecanismos para alcanzar los objetivos de aprendizaje a la luz de características propias del cerebro y dentro del marco del

lenguaje natural de los jóvenes de hoy: las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

La adopción de estrategias innovadoras durante una evaluación parcial es posiblemente uno de los retos más interesantes que tiene un docente en tiempos modernos. El hecho de saber que dentro de una evaluación parcial los estudiantes viven, por razones naturales, una tensión inherente al proceso evaluativo (en los términos como se concibe tradicionalmente) proporciona caminos para que el cerebro, dentro del marco de sus principios rectores, pueda aprender durante la evaluación. La misma tensión se convierte en un factor favorable durante las pruebas escritas si se tiene en cuenta que las emociones son determinantes en un proceso de aprendizaje y es por ello que autorizar, de manera repentina, estrategias que los estudiantes no esperan, logran una apropiación de conocimiento más inmediata y efectiva que la que podría lograrse por caminos tradicionales, aunque esto no se midió en este estudio y valdría la pena destinar una investigación en el aula para corroborarlo. Los resultados obtenidos parecieran indicar que así fue, pero se requiere un estudio más riguroso.

Pensar en que por unos minutos los estudiantes puedan consultar al compañero, al profesor o a un medio electrónico, significa derribar paradigmas que hasta ahora han sido parte de lo puramente tradicional y que no necesariamente logran que la evaluación facilite el aprendizaje, aunque sí permiten obtener notas cuantitativas de las pruebas realizadas por los caminos conocidos. El examen final se ha realizado en los términos tradicionales en que se presenta una prueba escrita, solo para tener una forma de comparar los resultados obtenidos con estrategias innovadoras y su efecto dentro de los procesos

que se han utilizado normalmente en el aula en procesos de aprendizaje tradicionales.

Una extensión posible a este estudio implicaría realizar la evaluación final en los términos innovadores que involucra esta investigación, es decir, aplicando Brain Based Learning y conectivismo. Allí sería posible cotejar resultados, tanto con métodos convencionales como con métodos innovadores, y verificar en lo cualitativo y en lo cuantitativo hasta dónde se ha mejorado el aprendizaje de la programación, que finalmente es el gran objetivo de la asignatura.

En la tabla 3, como era de esperarse, los resultados cuantitativos de la metodología propuesta en esta investigación siempre son, uno a uno, mejores que los resultados obtenidos con el subgrupo que se condujo por los mecanismos tradicionales. Si bien esto era lo esperado, también lo es que llama la atención la alta diferencia entre unos y otros. Sin embargo, la tabla 4, que resume los resultados obtenidos en la prueba final de cada curso, se confirma lo que parecieran estar diciendo los datos en las pruebas parciales. Se observa que los resultados cuantitativos son notoriamente mejores con los estudiantes en quienes se aplicó la metodología objeto de esta investigación que en los estudiantes que se atendieron por el método tradicional de "evaluación".

Finalmente, en la tabla 5 se presenta la opinión resumida del docente en relación con lo que era el objetivo inicial de la asignatura: el aprendizaje de la programación de computadores. Si bien podría pensarse en que esta opinión pudiera estar impregnada de algo de subjetividad, se ha tratado de ser lo más objetivo posible, dado que lo que se pretende es que estos resultados, y su discusión asociada, enriquezcan el debate al respecto de las estrategias y metodologías

efectivas en el aula para que los alumnos aprendan a programar.

De acuerdo con lo observado en la tabla 5, la efectividad de la metodología es del 85 % con los estudiantes con metodología basada en BBL y conectivismo frente al 60 % de efectividad con los estudiantes que se atendieron con metodología tradicional.

A partir de la experiencia, de los resultados obtenidos y de las observaciones realizadas en esta discusión, es posible lograr que se incremente la efectividad de la metodología propuesta (que se aproxima al 90 %, lo cual es un muy buen indicador).

También estos resultados indican que la metodología tradicional todavía tiene algunos elementos que aportan aprendizaje; sin embargo, la comodidad de los estudiantes en una metodología como la que inspira este artículo de investigación es notoriamente favorable al proceso de aprendizaje, lo cual la pone en una instancia superior a la tradicional.

## 6. Conclusiones

Teniendo en cuenta que la investigación se realizó con dos subgrupos de forma que en cada uno se aplicó una metodología diferente de evaluación para, posteriormente, compararlas en lo cuantitativo y en lo cualitativo, tal que pudiera sugerirse un camino más expedito para promover el aprendizaje de la programación, se concluye que dicho aprendizaje se catapulta, en relación con los métodos tradicionales, si se tienen

en cuenta tres factores: en primer lugar el lenguaje natural de los jóvenes de hoy como es la tecnología, su acceso y todas las posibilidades que esta ofrece incluso dentro del tiempo establecido para una prueba evaluativa, porque es allí en donde más se aprende dada la tensión que, per se, genera esta.

En segundo lugar, las características del cerebro y su teoría asociada con el aprendizaje (BBL) posibilitan conocer un poco más los alcances que tiene este dentro de un contexto evaluativo y la forma como se pueden capitalizar para generar aprendizaje formativo y no frustración que generalmente degenera en el fraude, aunque esto corresponde a otro artículo de investigación.

En tercer lugar, se requiere que los docentes ingenieros se preparen no solo en la profundización de su conocimiento disciplinar (lo cual es absolutamente necesario) sino que acudan a teorías, metodologías, modelos y estrategias que posibiliten alcanzar, con sus respectivos grupos, los objetivos que se hayan propuesto en asignaturas teórico - prácticas como la programación de computadores.

Se constituye en un reto muy interesante y provocador la incorporación de nuevas estrategias que dinamicen las evaluaciones de las asignaturas conducidas por ingenieros y que propendan por el mejoramiento del aprendizaje que incluye apropiación, asimilación, aplicación, retroalimentación y evaluación de nuevos conocimientos adquiridos, así como el cuestionamiento respectivo de conocimientos previos que, por este camino, bien pueden actualizarse, mejorarse o descartarse.

## Referencias bibliográficas

- [1] Bruner, J. (2009). *Actos de Significado*. Madrid - España: Alianza Editorial.
- [2] Lagoudakis, et al. (2022). The effectiveness of a teaching approach using BBL in a biology course, *Cogent Education*, 9(1), DOI: 10.1080/2331186X.2022.2158672.
- [3] Diaz Barriga, F., & Gutiérrez, M. (2018). Estilos de aprendizaje, estrategias para enseñar. *Tendencias Pedagógicas*, Vol. 31, DOI:10.15366/tp2018.31.004.
- [4] Trejos Buriticá, O. (2012). *Significado y Competencias*. Pereira (Risarcaldá) - Colombia: Editorial Papiro.
- [5] Ausubel, D. (2012). *The Acquisition and Retention of Knowledge*. Washington - USA: Springer.
- [6] Carrillo, S. et al., (2018). *Actores en la educación: una mirada desde la Psicología Educativa*. Barranquilla, Colombia, Ediciones Universidad Simón Bolívar.
- [7] Serrano Cámara, L., Paredes Velasco, M., & et al. (2014). An evaluation of student's motivation in computer supported collaborative learning of programming concepts. *Computers in Human Behavior* (31), 499 - 508.
- [8] Prince, M. (Julio de 2004). Does Active Learning work? *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223-231.
- [9] Herrmann, W. (2019). *The whole brain business book*. New York: McGraw Hill.
- [10] Davis, A. (2014). The credentials of brain-based learning. *Journal of Philosophy of Education*, 38(1), 21.
- [11] Caicedo, H. (2016). Cerebro y aprendizaje. *Hacia una propuesta educativa*. *Revista Internacional Magisterio*, 1.
- [12] Smidt, H., Thornton, M., & Kaveh, A. (2019). The future of social learning: a novel approach to connectivism. *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2116 - 2125.
- [13] Johannsson, J., & Elgh, F. (2019). Applying Connectivism to Engineering Knowledge to Support the Automated Business. In: 24th ISPE International Conference on Transdisciplinary Engineering (TE2019), 621 - 628.
- [14] Trejos Buriticá, O. (2019). *Lógica de Programación*. Bogotá: Ediciones de la U.
- [15] Scherer, S. Sanchez B. (2019). The cognitive benefits of learning computer programming: A meta-analysis of transfer effects. *Journal of Educational Psychology*, 111(5), 764-792.