

# Metodología de evaluación por conformación de grupos en un primer curso de programación de computadores usando Aprendizaje Colaborativo<sup>1</sup>

Methodology of evaluation by formation of groups in a first computer programming course using Collaborative Learning

Metodologia de avaliação pela formação de grupos em um primeiro curso de programação computacional utilizando o Aprendizado Colaborativo

O. I. Trejos,

Recibido: junio 20 de 2017 - Aceptado: enero 15 de 2018

**Resumen**— El presente artículo expone los resultados de una metodología utilizada durante varios años en cursos de programación de computadores, en los cuales se lograron articular las características individuales de los estudiantes en pro del beneficio colectivo de microgrupos que, bajo ciertos parámetros, se conformaron para potencializar el proceso de aprendizaje de la programación, dentro del marco de formación de Ingenieros de Sistemas. El propósito de la investigación fue el de explorar un camino para lograr que, a partir de la cooperación y colaboración entre estudiantes con diferentes perfiles de rendimiento académico, se posibilitara un aprendizaje más expedito de los fundamentos de la programación de computadores. Se realizaron pruebas con grupos de la asignatura Programación II que se dividió en dos subgrupos, con caracterización y conformación de acuerdo con unos parámetros definidos. Los resultados obtenidos permiten

inferir conclusiones importantes dentro del proceso de formación de ingenieros, al punto de que la experiencia podría extrapolarse a otros programas, tanto de Ingeniería como de otras áreas.

**Palabras clave**—Aprendizaje, aprendizaje colaborativo, aprendizaje significativo, enseñanza de la programación, evaluación, programación de computadores.

**Abstract**—This article presents the results of a specific methodology used with some programming courses where we conform groups of students with different characteristics looking to improve the individual learning level in the learning process of computer programming in a Systems Engineer program. The target of this research was to explore an easy way to learn based on cooperation and collaboration between students. We realized tests in the programming courses by dividing the group in two subgroups based on some determined parameters. We conclude that the results bring a special light to consider as important inside the learning process of engineers so the experience could be very useful in other engineering programs and other areas.

**Keywords**— Learning, collaborative learning, meaningful learning, programming teaching, assessment, computer programming.

**Resumo**—Este artigo expõe os resultados de uma metodologia utilizada durante vários anos em cursos de programação de computadores, nos quais as características individuais dos alunos foram articuladas em favor do benefício coletivo de microgrupos que, sob certos parâmetros, foram conformados pra potencializar o processo de aprendizagem de programação, no âmbito do treinamento de Engenheiros de Sistemas. O objetivo da pesquisa foi explorar uma maneira de alcançar, a partir da cooperação e colaboração entre os alunos com diferentes perfis de desempenho acadêmico, uma aprendizagem mais rápida dos fundamentos da programação de computadores. Os testes foram realizados com grupos do sujeito Programação II que foi dividido em dois subgrupos,

<sup>1</sup>Producto derivado del proyecto de investigación 6-15-10 “Desarrollo de un modelo metodológico para la asignatura Programación I en Ingeniería de Sistemas y Computación basado en Aprendizaje Significativo, Aprendizaje por Descubrimiento y Modelo 4Q de preferencias de pensamiento”, aprobado por el Consejo de Facultad de Ingenierías y registrado ante la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión de la Universidad Tecnológica de Pereira.

O. I. Trejos Buritica, , Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia, email: [omartrejos@utp.edu.co](mailto:omartrejos@utp.edu.co)

**Como citar este artículo:** Trejos, O. I. Metodología de evaluación por conformación de grupos en un primer curso de programación de computadores usando Aprendizaje Colaborativo, Entre Ciencia e Ingeniería, vol. 12, no. 23, pp. 58-65, enero - junio, 2018.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.31908/19098367.3703>



**com caracterização e conformação de acordo com parâmetros definidos. Os resultados obtidos nos permitem inferir conclusões importantes dentro do processo de treinamento em engenharia, a ponto de a experiência poder ser extrapolada para outros programas, tanto em Engenharia quanto em outras áreas.**

**Palavras chave—Aprendizagem, aprendizagem colaborativa, aprendizagem significativa, ensino de programação, avaliação, programação de computadores.**

## I. INTRODUCCIÓN

**D**URANTE mucho tiempo, la investigación en educación tecnológica (y especialmente en programas de Ingeniería) ha sido una necesidad, no solo porque los estudiantes cada vez requieren caminos más expeditos para alcanzar los logros de aprendizaje a través de la apropiación de los conceptos y teorías que subyacen a diferentes áreas temáticas (como es el caso de la programación de computadores, objeto académico de la presente investigación), sino también porque los docentes de los programas de Ingeniería, que normalmente se han formado como ingenieros, pocas veces conocen de teorías de aprendizaje, de sus impactos y beneficios, de lo productivas que se vuelven las sesiones de una asignatura propia del mundo ingenieril, cuando se combinan con los aportes que las ciencias de la educación provee.

En Colombia existen más de 200 programas de Ingeniería de Sistemas y programas similares (léase Tecnologías y Programas de Formación Técnica) (Ministerio de Educación Nacional, 2015) que involucran a la programación de computadores como un área importante (en muchos casos, como su área principal) y, por lo tanto, los procesos de enseñanza y aprendizaje son tema no solo de discusión, sino también de investigación para intentar encontrar caminos que faciliten el logro principal que se propone desde esta área temática: que los estudiantes APRENDAN a programar, y esto implica que entiendan, asimilen, apropien, apliquen, revisen, critiquen y retroalimenten la teoría y los conceptos que subyacen a la lógica de programación.

Pensar en que se realice una sola investigación con todas las variables posibles a indagar y a profundizar en el campo del aprendizaje tecnológico, es verdaderamente imposible, razón por la cual se orientó esta investigación hacia el aprendizaje colaborativo, bajo el manto del significado y la motivación como elementos fundamentales para que estos procesos de aprendizaje sean exitosos. En el desarrollo de un curso de programación se va conociendo a los estudiantes, sus ritmos de aprendizaje, sus capacidades y, sobre todo, sus diferentes formas de asimilar conceptos que para unos pueden ser simples y para otros altamente complejos.

A pesar de los esfuerzos que el docente haga por aproximarse al nivel de aprendizaje de sus estudiantes, posiblemente sea más fácil para otro estudiante no solo acercarse a la realidad de su nivel de aprendizaje, sino de ayudarlo a que este mejore. Esa es la razón por la cual se orientó el presente proyecto de investigación hacia la colaboración en el proceso de formación de ingenieros, área de programación de computadores, por parte de sus pares académicos directos, como son los mismos estudiantes.

Para ello, se acudió a una categorización que provee

la práctica de la docencia con los estudiantes. Esta categorización permitió que la conformación de los grupos estuviera en todo momento guiada por el docente, de manera que se pudieran complementar diferentes tipos de estudiantes y, así, esperar que el proceso de acompañamiento entre los pares académicos directos fuera más efectivo. El empleo de este modelo tuvo fin mejorar la clasificación de los estudiantes y poder complementar mejor sus respectivas capacidades. La conformación de los grupos se utilizó en dos instancias: en la elaboración de talleres de programación y en la realización de las pruebas evaluativas.

A manera de hipótesis se formula la siguiente pregunta: ¿es posible que, aprovechando las diferentes capacidades de los estudiantes, sus diferentes ritmos de aprendizaje y sus propias experiencias, se logre mejorar el proceso de aprendizaje de la programación por parte de los estudiantes de Ingeniería de Sistemas? La respuesta es, en parte, el presente artículo con sus resultados y sus inferencias.

Se pretende con esta publicación aportar elementos de juicio a la discusión que puede derivarse de la hipótesis planteada. Asimismo, se busca cumplir con los parámetros que exige la investigación educativa, tanto en su arista cuantitativa como cualitativa. En lo cuantitativo, se exponen los resultados numéricos de la valoración de las evaluaciones y un breve análisis estadístico; en lo cualitativo, se da a conocer tanto las opiniones de los estudiantes, como la opinión del docente con respecto al proceso, dentro de una reorganización sistemática que facilite su comprensión.

Lo novedoso de este artículo es que plantea una investigación de carácter educativo, heredada de las ciencias blandas, sobre procesos de aprendizaje en un área específica de programas de ingeniería, conocidas como ciencias duras, buscando que los docentes ingenieros tengan más elementos de juicio para hacer más efectiva su labor formativa. Esta investigación se realizó dentro de unos límites de tiempo, por lo que se consideran suficientemente confiables los resultados como para que las inferencias brinden una respuesta a la hipótesis planteada. El proceso investigativo se realizó dentro de la asignatura Programación II de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Tecnológica de Pereira, durante los semestres I 2015, II 2015, I 2016, II 2016 y I 2017. Aunque se intentó mantener los estándares investigativos que las ciencias de la educación proveen, se acepta que este proceso se puede mejorar, lo cual se explica en la sección correspondiente.

El objetivo general de este documento es, según lo expuesto, aportar en la perspectiva que indica la hipótesis e intentar encontrar caminos que simplifiquen el aprendizaje de la programación a partir del aprendizaje colaborativo que se pueda derivar de la interacción entre estudiantes con diferentes perfiles y ritmos de aprendizaje. Para tal efecto, se acudió a una bibliografía especializada, además de los aportes que la amplia experiencia del autor brindó, no solo por su formación académica como Doctor en Ciencias de la Educación, sino como docente del área de programación.

El artículo está organizado temáticamente bajo el estándar IMRYD, según el cual se inicia con una introducción, la cual se complementa con un marco teórico. Seguidamente, se

presenta de manera detallada la metodología que se utilizó en la investigación, y luego los resultados obtenidos para realizar una discusión a partir de ellos. Finalmente, aparecen las conclusiones que son las que, se espera, enriquezcan los debates que al respecto de la formación en programación de Ingeniería de Sistemas y otras ingenierías, se desarrollen en las salas de profesores respectivas.

## II. MARCO TEÓRICO

La teoría del aprendizaje significativo es una de las teorías más importantes del aprendizaje desarrollada en los últimos años, toda vez que parte de que cuando el conocimiento adquiere significado, es posible enlazar la teoría (que proveen las sesiones de las aulas de clase dentro del marco de los programas de formación profesional) y la práctica (que se hace realidad en la vida cotidiana y que hace efectivas las reglas y excepciones que la teoría provee) [1]. Según este autor, “lo más importante en un proceso de aprendizaje es lo que el estudiante ya sabe” [2]; esta teoría se fundamenta en que todo conocimiento consciente siempre tiene asociado un conocimiento previo que permite la modificación de las estructuras cognitivas para cuestionar sanamente lo que ya se sabe [3].

Desde el contexto extrainstitucional hasta el aula de clases, se configuran contextos de aprendizaje donde los estudiantes pueden aprender y establecer las bases para abordar nuevos conocimientos [4]. Así, el conocimiento actual se fundamenta en unos conocimientos previos, en un nuevo conocimiento y en la capacidad de establecer relaciones de sustitución, actualización o descarte entre dichos conocimientos previos y los nuevos conocimientos [3].

Es de anotar que un factor de importancia para aprovechar un proceso de aprendizaje, es la actitud del estudiante que se apoya fundamentalmente en la motivación que tenga hacia el objeto de aprendizaje [5]; también, en la capacidad que se desarrolle con la participación activa del docente y el compromiso del estudiante con el cumplimiento de las actividades de aprendizaje, para establecer nexos entre el conocimiento previo y el nuevo conocimiento. La motivación se define como el ánimo positivo del estudiante hacia lo que quiere aprender [6], y determina la facilidad con que accede al nuevo conocimiento, ya que el conocimiento previo, en lo normal, siempre existe de una manera consciente o inconsciente.

El significado de aprendizaje colaborativo remite a una situación en la cual dos o más personas aprenden o intentan aprender algo, compartiendo sus experiencias y sus aportes desde la perspectiva de su propio aprendizaje. A diferencia del aprendizaje individual, las personas involucradas en un proceso de aprendizaje colaborativo intentan capitalizar los recursos y habilidades de cada una [7]. El aprendizaje colaborativo está basado en un modelo que plantea que el aprendizaje puede ser creado con grupos en los cuales los miembros interactúan de manera activa, compartiendo experiencias y asumiendo roles diferentes. Involucra metodologías y entornos en los cuales los estudiantes se comprometen en tareas comunes, en donde cada uno depende

de los aportes de los demás [8]. Estos procesos incluyen conversaciones cara a cara y discusiones por computador (a través de foros, chats, etc.). Los métodos para examinar estos procesos de aprendizaje incluyen análisis de conversaciones y análisis estadístico de los discursos.

De esta forma, el aprendizaje colaborativo se muestra como un modelo bastante útil, cuando los grupos de estudiantes trabajan juntos para aprender, encontrar el significado del conocimiento que quieren adquirir, solucionar o crear un determinado artefacto o producto que sirva de base para lograr objetivos específicos de aprendizaje. Es importante subrayar que este modelo redefine la relación tradicional entre docente y estudiante en el salón de clases, lo cual aporta elementos de juicio y de discusión acerca de cuál de los dos es más favorable para aprender [9]. Las actividades desarrolladas bajo este enfoque pueden incluir escrituras colaborativas, proyectos en grupo, resolución conjunta de problemas, debates, equipos de estudio y otras actividades.

El aprendizaje colaborativo se fundamenta en la teoría de Lev Vygotsky que se relaciona con el concepto de “zona de desarrollo próximo” [10]. Típicamente, existen algunas tareas que los estudiantes (o aprendices) pueden realizar y otras que no. Entre estas dos áreas se encuentra la zona de desarrollo próximo, una categoría referida a las cosas que el estudiante puede aprender siempre y cuando tenga la ayuda y colaboración de alguien que lo guíe. La zona de desarrollo próximo proporciona una guía acerca del conjunto de habilidades que un estudiante debe madurar para aprender de manera efectiva determinado conocimiento. Vygotsky destaca la importancia del aprendizaje a través de la comunicación y la interacción con otros, lo cual siempre será mucho mejor que un proceso de aprendizaje independiente y solitario. Esto proporciona ideas acerca de los grupos de aprendizaje, como los que se forman en el aprendizaje colaborativo.

El aprendizaje colaborativo es muy importante en la formación del pensamiento crítico, porque genera espacios de discusión. Los seres humanos son capaces de alcanzar altos niveles de aprendizaje y retener más información cuando trabajan en grupo que cuando trabajan individualmente [11]. Esto aplica tanto para los facilitadores del conocimiento, los instructores y quienes reciben el conocimiento, que son los estudiantes. Por ejemplo, las comunidades indígenas de América ilustran que el aprendizaje colaborativo sucede porque el aprendizaje individual también sucede en un plano horizontal en el cual los niños y los adultos se encuentran en el mismo nivel.

De aquí su relación con el enfoque del aprendizaje cooperativo, un enfoque educacional que busca organizar las actividades en el aula en experiencias tanto académicas como sociales. Implica mucho más que organizar a los estudiantes en grupos y está descrito como el camino para estructurar una independencia positiva [12]. Los estudiantes deben trabajar en grupos para completar tareas de manera colectiva en la búsqueda de lograr los objetivos académicos. A diferencia del aprendizaje individual, que podría ser competitivo por naturaleza, los estudiantes que estén en proceso de

aprendizaje cooperativo pueden capitalizar los recursos y habilidades que tengan otros estudiantes (preguntándole a cada uno por determinada información, evaluando las ideas de cada uno, observando el trabajo de los demás, etc.).

Además, el rol del profesor cambia de brindar información a facilitar el aprendizaje de los estudiantes. Cada integrante del grupo triunfa cuando el grupo completo triunfa. El aprendizaje cooperativo involucra tareas de finales abiertos y en donde se requieren razonamientos de alto orden [13]. Los cinco elementos esenciales identificados para que se incorporen exitosamente las estrategias del aprendizaje cooperativo en el aula de clase, son: interdependencia positiva, responsabilidad individual y de grupo, interacción cara a cara, enseñanza de las habilidades requeridas para formar parte de pequeños grupos y procesamiento en grupo.

Debe tenerse en cuenta que, aunque existen elementos comunes entre el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje cooperativo, el primero requiere el compromiso mutuo de todos los participantes y un esfuerzo coordinado para resolver el problema, mientras que el aprendizaje cooperativo requiere individualidades para asumir responsabilidades en relación con una sección específica, de manera que se pueda coordinar la respectiva parte con el resto.

Otra diferencia radica en que normalmente el aprendizaje cooperativo es utilizado con niños porque les permite entender los fundamentos de un conocimiento, mientras que el aprendizaje colaborativo es más apropiado para estudiantes de universidad debido a que es utilizado para acceder a conocimientos no fundamentales. Además, se considera el aprendizaje cooperativo como una filosofía de interacción, mientras que el aprendizaje colaborativo es la estructura de dicha interacción. Muchos analistas definen el aprendizaje cooperativo y el aprendizaje colaborativo, como dos enfoques notoriamente similares. Ambos son mecanismos de aprendizaje en grupo para estudiantes que quieran alcanzar un conjunto de habilidades o de conocimientos.

Los estudiantes se caracterizan, de acuerdo con la práctica y la experiencia, en tres niveles que se derivan del análisis de su desempeño y de la relación de este con los conocimientos y habilidades previas que poseen: a) los estudiantes altamente talentosos (EAT), aquellos que tienen conocimientos y habilidades previas que les permiten asimilar con mayor facilidad los nuevos conocimientos; b) los estudiantes bajamente talentosos (EBT), aquellos cuyos conocimientos y habilidades previas no coinciden con los requerimientos de los nuevos conocimientos; y c), los estudiantes medianamente talentosos (EMT) quienes a pesar de no tener los conocimientos y habilidades necesarios para asimilar determinado conocimiento, se esfuerzan lo suficiente como para alcanzar niveles altos de rendimiento académico.

Con referencia a la enseñanza de la lógica de programación, esta se ha ido convirtiendo en factor de especial relevancia frente a los objetivos de aprendizaje que se pretenden en el curso de programación [14]. Se puede definir la lógica de programación como el conjunto de fundamentos teórico-matemáticos que sustentan a la

programación, de manera independiente del paradigma que la respalde [15].

Los procesos de aprendizaje de la lógica de programación se han convertido en temas que anteceden a la programación como tal [16], debido a que la programación es la concreción de soluciones basadas sobre una plataforma matemática e implementadas en el computador a través de un entorno integrado, que tiene como respaldo un determinado lenguaje de programación formal [17]. Lo que se busca con la presente investigación es aportar elementos de juicio a la discusión, y tal vez proponer una solución, a la búsqueda del mejor de los caminos para que, con el apoyo de sus pares académicos, un estudiante independiente de su categorización, pueda aprender a programar.

### III. METODOLOGÍA

Tal como se explicó inicialmente, la presente investigación se realizó en los semestres I 2015, II 2015, I 2016, II 2016 y I 2017, en el programa Ingeniería de Sistemas y Computación de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Tecnológica de Pereira, dentro de la asignatura Programación II. A partir de diálogos con estudiantes y de pruebas simples de conocimiento, cuya temática fueron los fundamentos de la lógica de programación, se categorizaron los estudiantes en: a) altamente talentosos (EAT), es decir, los que tienen conocimientos y habilidades previas que les permiten asimilar con facilidad nuevos conocimientos; b) bajamente talentosos (EBT), cuyos conocimientos y habilidades previas no coinciden con los requerimientos de los nuevos conocimientos; y c), medianamente talentosos (EMT), quienes, a pesar de no tener plenamente los conocimientos y habilidades necesarios para asimilar determinado conocimiento, se esfuerzan para alcanzar niveles altos de rendimiento académico. La tabla I muestra las características de los cursos y la distribución de los estudiantes según las categorías.

TABLA I  
DISTRIBUCIÓN DE ESTUDIANTES SEGÚN CATEGORÍAS

Año	Sem	Cant	EAT	EMT	EBT
2015	I	19	3	14	2
	II	22	2	17	3
2016	I	20	3	15	2
	II	21	3	15	3
2017	I	22	2	17	3

Se establecieron tres evaluaciones parciales (conformadas por una parte escrita y una parte práctica con formato de taller) y una evaluación final escrita. Cada una tuvo un peso porcentual de 25%. Para el desarrollo de la investigación se dividió cada grupo en dos subgrupos: el primer subgrupo estuvo conformado por estudiantes tipo EMT, que trabajaron durante el semestre de manera individual e independiente; en el segundo subgrupo se organizaron grupos de trabajo procurando que en cada uno estuviera un estudiante de cada categoría. La tabla II muestra la distribución de los grupos tal como se organizaron.

TABLA II  
ORGANIZACIÓN DE LOS SUBGRUPOS

Año	Sem	Cant Estuds.	Estuds. Indep.	Grupos AMB*
2015	I	19	9	3
	II	22	12	3
2016	I	20	10	3
	II	21	11	3
2017	I	22	12	3

Grupos AMB = Grupos conformados por estudiantes EAT, EMT y EBT

Durante el proceso de investigación se procuró que los grupos no fueran constantes, es decir, que se rotaran los integrantes de los grupos a lo largo, tanto de los talleres como de las evaluaciones parciales. Igualmente, se tuvo especial cuidado en que los estudiantes independientes estuvieran en la categoría de ser Medianamente Talentosos, con el propósito de intentar ser lo más objetivos posibles en la recopilación de los resultados. De la misma manera, se mantuvo como norma que cada grupo AMB de trabajo tuviera entre sus integrantes, por lo menos, a un estudiante de cada categoría.

Tanto las exposiciones magistrales como las asesorías y las explicaciones adicionales, se impartieron conjuntamente a todos los estudiantes y se intentó mantener una comunicación permanente, tanto en lo formal (dentro del aula) como en lo informal (por fuera del aula, tanto presencial como a través de servicios que proveen las TIC). El proceso se explicó previamente a los estudiantes y se compartieron con ellos los fundamentos que inspiraban esta investigación, haciendo hincapié en las características de lo que es el trabajo colaborativo y lo que es el trabajo cooperativo, pues de esta manera se asumió que los grupos podían aprovechar mucho mejor los aportes de cada uno de los integrantes.

Se asignaron funciones y tareas, tanto a los integrantes como a los grupos, de manera que se pudo mantener que en los talleres el trabajo fuera colaborativo y en los parciales fuera cooperativo, dado que es en los talleres en donde los estudiantes tienen más de libertad para plantear a los demás sus inquietudes, dudas y preguntas. El profesor estuvo siempre dispuesto a responder las inquietudes que se presentaran durante los talleres y las evaluaciones, y para validar los resultados estas actividades, se seleccionó a un estudiante del grupo (simulando que fuera al azar, pero en realidad se procuró que fuera un estudiante EMT o EBT) para que sustentara lo realizado durante la clase. A esta sustentación se le confirió una nota que, promediada con la evaluación o el taller como tal, daba la nota real.

#### IV. RESULTADOS

El promedio de los resultados cuantitativos de las evaluaciones y talleres se presentan de forma detallada en la tabla III.

TABLA III  
PROMEDIO CUANTITATIVO DE EVALUACIONES Y TALLERES

	S	Descrip	Q	I P	IIP	III P	EF	Prom	Dif.
2015	I	Estuds. Indep.	9	3,2	3,3	3,5	3,7	3,425	0,575
		Grupos AMB	3	4,0	4,1	4,0	3,9	4,000	
2016	II	Estuds. Indep.	12	3,5	3,5	3,4	3,6	3,500	0,450
		Grupos AMB	3	3,9	3,8	3,9	4,2	3,950	
2017	I	Estuds. Indep.	10	3,4	3,4	3,3	3,1	3,300	0,775
		Grupos AMB	3	4,0	4,1	4,2	4,0	4,075	
2018	II	Estuds. Indep.	11	3,6	3,8	3,9	3,7	3,750	0,425
		Grupos AMB	3	4,2	4,1	4,3	4,1	4,175	
2019	I	Estuds. Indep.	12	3,6	3,5	3,6	3,5	3,550	0,675
		Grupos AMB	3	4,0	4,0	4,6	4,3	4,225	

Al terminar el semestre se solicitó a los estudiantes que escribieran su opinión acerca del proceso llevado a cabo y de los resultados obtenidos. Estas opiniones se clasificaron en tres categorías: a) opiniones favorables, aquellas que resaltaron las ventajas del proceso de aprendizaje y en las cuales los estudiantes manifestaron no solo una alta complacencia sino los beneficios de haber participado desde la óptica de su propio aprendizaje; b) opiniones desfavorables, en donde el estudiante no parece estar muy satisfecho con el proceso, o con los resultados, o con la metodología, o con los beneficios recibidos desde la óptica de su propio proceso de aprendizaje, y c), opiniones neutrales, que no resaltan ninguna ventaja o desventaja de manera clara y explícita.

La tabulación de estas respuestas se presenta en la Tabla IV.

Al lado de la cantidad de grupos AMB se ha escrito entre paréntesis la cantidad de estudiantes involucrados. Se procuró que la opinión de los estudiantes independientes se realizara de manera individual y, como se organizaron grupos distintos cada vez que se realizó un taller o una evaluación, se recibió también la opinión individual de los estudiantes que formaron parte de los grupos AMB, consciente de que dicha opinión estuvo mediada por su experiencia como integrante de los grupos mencionados.

TABLA IV  
TABULACIÓN DE LAS OPINIONES DE LOS ESTUDIANTES

Año	Sem.	Descripción	Cant.	Op. Fav.	Op. Neut.	Op. Desf.
2015	I	Estuds. Indep.	9	4	1	4
		Grupos AMB	3 (10)	7	2	1
	II	Estuds. Indep.	12	4	3	5
		Grupos AMB	3 (10)	8	1	1
2016	I	Estuds. Indep.	10	5	2	3
		Grupos AMB	3 (10)	8	2	0
	II	Estuds. Indep.	11	5	2	4
		Grupos AMB	3 (10)	9	1	0
2017	I	Estuds. Indep.	12	4	3	5
		Grupos AMB	3 (10)	9	1	0
TOTAL		Estuds. Indep.		22	11	21
		Grupos AMB		41	7	2

## V. DISCUSIÓN

En primera instancia, conviene aclarar que todo proceso de investigación en el campo de la educación, sea esta tecnológica o no, es susceptible de mejorarse en diferentes aspectos. Debe resaltarse, eso sí, que el simple hecho de realizar este tipo de investigaciones implica acceder a respuestas que solo la experiencia investigativa y los datos pueden proveer, lo cual le da un valor intrínseco importante a este proyecto de investigación.

La investigación se realizó buscando obtener resultados paralelos que permitieran una comparación y, sobre ella, poder realizar algunas inferencias a partir de la interpretación de los resultados. La categorización se derivó de la experiencia del investigador, según la cual se ha notado que los estudiantes, informalmente, se dividen en “buenos”, “malos” y “regulares”. Llevado a un plano de investigación científica, dichas categorías están cargadas de subjetividad, lo cual no es conveniente al momento de obtener resultados, tanto cuantitativos como cualitativos, dentro del marco de una investigación como la que se expone en este artículo.

Desde un plano más objetivo, ¿cómo podría definirse un estudiante “bueno”, uno “malo” y uno “regular”? la experiencia del investigador brinda criterios que podrían tener la objetividad que se requiere para que esta clasificación aporte lo necesario en el desarrollo de la investigación científica. Un estudiante “bueno” podría ser aquel que tiene un talento que coincide con el perfil y requerimientos de un programa académico de nivel profesional, y que posee conocimientos y habilidades previas que le permiten asimilar con facilidad los nuevos conocimientos; un estudiante “malo” podría ser aquel cuyo talento no coincide con los requerimientos y con el perfil del programa académico, y cuyos conocimientos y habilidades previas no le brindan soporte a los nuevos conocimientos; y los estudiantes “regulares” son aquellos en los que se advierte un talento moderado de manera que, pesar de no tener plenamente los conocimientos y habilidades necesarios para asimilar determinado conocimiento, se esfuerzan lo suficiente como para alcanzar niveles altos de rendimiento académico.

De esta forma, se logra una definición que permite establecer mecanismos, escritos y orales, para perfilar a los estudiantes en una de las tres categorías con un nivel aceptable de acierto. Es de anotar que el proceso de identificación de los estudiantes y su ubicación en una de ellas implica diálogo, buena comunicación entre el docente y el alumno por lo menos en las dos primeras semanas del semestre (tal como se hizo), y tener claras las definiciones y los propósitos para lo cual fueron establecidas. Una vez identificados los estudiantes en cada una de las categorías, se procede a reagruparlos para posibilitar la obtención de resultados más objetivos.

En el subgrupo de estudiantes independientes que realizó las pruebas evaluativas y los talleres de manera individual, se procuró que estuvieran ubicados en la categoría EMT (Estudiantes Medianamente Talentosos), con el ánimo de que los resultados cuantitativos y cualitativos no fueran permeados por características extremas, buscando mayor objetividad en las inferencias que, de ellos, se derivaron

después. En la conformación de los grupos AMB se trató de que hubiera por lo menos un estudiante de cada categoría, y se asignaron funciones de la siguiente forma: en los talleres, el estudiante Altamente Talentoso era el encargado de liderar el proceso de resolución del taller, quien explicaba detalladamente los pasos para demostrar que la solución efectivamente era la que se necesitaba.

Se observó que los Estudiantes Bajamente Talentosos aceptaron, con buena voluntad, la invitación a trabajar hecha por los Estudiantes Medianamente Talentosos que participaban en cada grupo AMB. Esto permitió que en el desarrollo de los talleres, la participación de los integrantes fuera notoriamente activa. El docente estuvo en todo momento disponible para explicar lo que correspondiera, pero se observó que hubo muy pocas preguntas durante los talleres.

En cuanto a la categorización de los estudiantes, es posible mejorar la clasificación que se utilizó y los mecanismos empleados para ello. Entre varios posibles, un modelo como el 4Q de preferencias de pensamiento formulado por William Hermmann [18] podría ser mucho más efectivo, pero implica de una parte, una metodología más elaborada para ubicar confiablemente a los estudiantes en su correspondiente categoría y, de otra parte, requeriría mucho más tiempo que, si bien es útil invertirlo en este proceso de clasificación y ubicación, también debe advertirse que se cuenta con poco tiempo porque la aproximación a los estudiantes debe hacerse en las dos primeras semanas.

Un semestre cuenta con 16 semanas y en la 4ª semana se está realizando la 1ª evaluación parcial. Podría pensarse en que la evaluación parcial se hiciera un par de semanas después, pero eso implicaría readecuar el contenido de la asignatura y su distribución a lo largo del semestre, labor que no es imposible pero que invita a repensar el diseño de la investigación pues, tal como está, se organizaron los temas conformando 4 módulos claramente definidos y delimitados (herramientas básicas, condicionales, recursividad y conjuntos de datos). Esto posibilita la realización y evaluación de talleres y parciales, que se constituyen en el insumo para obtener resultados.

La adopción de otros modelos de clasificación que pudieran enriquecer el trabajo, tanto colaborativo como cooperativo, implicaría también una nueva planeación acerca de la conformación de los grupos. Estas observaciones dan pie para que se realicen otras investigaciones en el aula tomando como base otros modelos y confrontándolos con los resultados que se presentan en este artículo, pero eso corresponde a tema de otros productos de investigación.

En cuanto a los resultados cuantitativos de las evaluaciones parciales (de los cuales solo se han presentado en este artículo sus promedios por curso y por evaluación), debe anotarse que se observa, de manera constante, que todos los promedios de los grupos AMB fueron superiores a los promedios de las evaluaciones realizadas por los estudiantes que trabajaron de manera independiente. No se debe olvidar que, para validar el contenido de lo que los grupos AMB presentaron, se escogió (casi al azar), a un estudiante para que sustentara lo consignado. La escogencia del estudiante

no fue completamente al azar, pues debido a que se busca que el conocimiento sea compartido y asimilado por todos en proporciones significativas, no tendría mucho sentido que la sustentación la hiciera el estudiante clasificado como Altamente Talento.

Los resultados cuantitativos fueron contundentes. La Tabla III presenta estos valores (promediados) y, en especial, se fija la atención en la columna rotulada como "Prom. Gral.", que hace referencia al promedio de los promedios de las evaluaciones parciales. La última columna, denotada como "Dif.", corresponde a la diferencia entre el promedio general obtenido por los promedios de los grupos AMB, al cual se le ha restado el promedio general obtenido por los promedios de los estudiantes independientes. En todos se nota que la diferencia es positiva y significativa. El hecho de que sea positiva expresa que siempre el promedio de los grupos AMB superó al promedio de los estudiantes independientes, incluso a pesar de algunos esporádicos estudiantes que, por momentos, descollaban por un inusitado talento en ciertas evaluaciones parciales.

Aunque la desviación estándar y otras medidas de tendencia central pudieron haber sido más útiles estadísticamente hablando, se acudió al promedio porque se consideró que es la medida que se aproxima un poco más a la realidad y que sustenta no solo lo cuantitativo sino su comparación con lo cualitativo. Desde lo puramente cuantitativo, todo pareciera indicar que el trabajo por conformación de grupos AMB ha sido más eficaz en el logro de los objetivos de aprendizaje si se compara con los resultados que se derivan de las evaluaciones de los estudiantes independientes.

Las opiniones de los estudiantes, inmersos en este proceso investigativo, también develan elementos de juicio que complementan los que se derivan de los resultados puramente cuantitativos. En la Tabla IV se presenta un resumen de las opiniones de los estudiantes. Se puede notar que tanto para los integrantes de los grupos AMB como para los estudiantes independientes, las opiniones fueron favorables, pero no puede dejarse de lado un detalle que, aunque pequeño, coincide con el análisis de los resultados cuantitativos. Dato por dato, en cada par de opiniones, se mantuvo que las opiniones favorables de los integrantes de los grupos AMB fueron superiores a las opiniones favorables de los estudiantes independientes. De la misma forma, las opiniones desfavorables de los estudiantes de grupos AMB fueron inferiores a las opiniones desfavorables de los estudiantes independientes. Al totalizar, se observa una diferencia significativa que demuestra cierto nivel de satisfacción por parte de los estudiantes que participaron en los grupos AMB, y que coincide con el análisis cuantitativo.

Entre las razones desfavorables de los integrantes de los grupos AMB se destaca el hecho de que, en algunos momentos, el desarrollo de los talleres se explicó al ritmo del líder (Estudiante Altamente Talento), que no siempre coincidió con el ritmo de los demás integrantes del grupo AMB. Otros elementos que aparecieron en la escena de las opiniones desfavorables, es el hecho de poder utilizar colores para las respuestas (lo cual no tuvo consenso al

interior del grupo), o la idea de que las respuestas tanto de talleres como de evaluaciones parciales, se hiciera en una hoja tamaño carta y no en una hoja pequeña de cuaderno. Estos pueden ser detalles menores, pero sirven para refinar el proceso de investigación. En las respuestas de los estudiantes independientes aparecieron razones como la necesidad de contar con alguien a quién preguntarle, además del profesor, la posibilidad de despejar dudas con un par académico, la posibilidad de consultar bien, fuera en el cuaderno o por algún medio electrónico y, entre otros, la necesidad de distribuirse las tareas, al menos, con otro compañero.

Entre las razones favorables esgrimidas por los estudiantes de los grupos AMB, la mayoría coincide en las ventajas de la estrategia que se utilizó para conformar los grupos, pues no fue, como suele hacerse, grupos formados al azar sino grupos estudiados y asignados por el docente basándose en una aproximación a las características académicas de los estudiantes. También destacaron razones como el colegaje, la buena disposición de todos, la voluntad de los que entendían para explicar a los que no entendían, el liderazgo de los Estudiantes Altamente Talentosos, la asignación de funciones (para el caso de las evaluaciones) y la colaboración al interior del grupo (para el caso de los talleres). Todas estas, como pueden verse, son razones que resaltan tanto la estrategia utilizada a partir del aprendizaje colaborativo, como la que se usó a partir del aprendizaje cooperativo.

No debe descartarse que algunos estudiantes independientes, a lo largo de la investigación, resaltarán las bondades que para ellos, y por su propia personalidad, tuvo el hecho de trabajar solos, pero correspondió a casos puntuales y esporádicos. Los valores totales de esta tabulación de datos demuestran alta satisfacción en la participación de los grupos AMB por parte de los estudiantes que los conformaron. Las opiniones neutras llaman la atención, pues corresponden a estudiantes a los cuales les parece interesante la metodología, pero consideran que hay poca diferencia entre lo que les ha aportado y lo que hubieran logrado trabajando independientemente (habiendo estado en un grupo AMB), o como parte de un grupo AMB (habiendo trabajado independientemente).

De todas formas, estas opiniones neutras requieren un análisis más profundo y, sobre todo, más personalizado, pues no se descarta que a través de ellas se encuentren estudiantes que deban intervenir desde lo psicológico (por parte de la dependencia institucional para tal fin) para que puedan incorporarse a trabajos y estrategias que involucren a otras personas, tal como su vida laboral posiblemente les exija. Vale la pena tener en cuenta que las opiniones tanto favorables como desfavorables, destacan las bondades de este tipo de investigaciones en el aula.

## VI. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos puede concluirse que se requiere mayor investigación dentro del aula sobre los procesos de aprendizaje de los programas de Ingeniería y, en general, en los procesos de formación profesional en las universidades. De igual forma, se resalta la importancia

que tiene para los estudiantes que se acostumbren a trabajar en grupos que se forman bajo ciertos criterios, con ciertas responsabilidades y ciertas funciones asignadas de manera individual a cada uno de sus integrantes. Esto les permitirá interactuar con un mundo profesional que funciona con esas mismas características, en el cual la voz de ellos por momentos deberá hacer silencio para evaluar las opiniones de los demás y, por otros momentos, deberá expresarse para hacerse sentir y que sean sus opiniones las que enriquezcan los debates.

Se concluye también que es importante que los docentes de ingeniería (hayan sido formados en Ingeniería o no) se preparen para nutrir su labor docente a partir de lo que las Ciencias de la Educación les puede proveer, ya que, si bien el ingeniero se forma en Ingeniería, cuando ejerce como docente de Ingeniería está fungiendo una labor diferente para la cual se formó. En educación no solo el conocimiento disciplinar es importante, también lo son otros conocimientos que le permiten ser el guía, acompañante, coequipero y profesor de una determinada asignatura, lo cual hará que sus esfuerzos por procurar el logro de los objetivos por parte de sus estudiantes sean más eficaces.

De la misma manera, y basado en los resultados obtenidos en el proceso de investigación, puede decirse que el aprendizaje bajo los parámetros del aprendizaje colaborativo y el aprendizaje cooperativo a partir de grupos que se hayan conformado con la supervisión del docente, y bajo unos criterios de clasificación claramente definidos de categorización y acompañamiento de pares académicos, es notoriamente más eficaz en el logro de los objetivos establecidos para una asignatura con carácter teórico práctico, que el aprendizaje que se logra cuando se trabaja individualmente sin la posibilidad de discutir, debatir o confrontar las ideas con otros pares de igual a igual.

#### REFERENCIAS

- [1] Ausubel, D. Psychology of meaningful verbal learning: an introduction to school learning. New York. Grune & Stratton. 1963, p. 128.
- [2] Ausubel, D. Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo. Ciudad de México. Trillas. 1982, 769p.
- [3] Bruner, J. Actos de Significado: más allá de la revolución cognitiva. Boston, MA. Alianza Editorial SA. 2009, p. 36.
- [4] Barriga, F. & Hernández, G. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista. México. McGraw Hill Interamericana. 2002, p. 93.
- [5] Bonwell, C. & Eison, J. Active Learning: Creating Excitement in the Classroom. *ASHEERIC Higher Education Report* 1(1). 1991.
- [6] Brown, G. Student centered learning in Higher Education. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 23(3), 92-97, 2011.
- [7] Collazos, C., Guerrero, L., Pino, J. & Ochoa, S. Evaluating Collaborative Learning Processes. J.M. Haake, J. and Pino, J. (Eds.): *CRIWG 2002, LNCS 2440*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2002, 203-221.
- [8] Terenzini, P., Cabrera, A., Colbeck, C., Parente, J. & Bjorklund, S. Collaborative Learning vs. Lectura / Discussion: Students reporting learning gains. *Journal of Engineering Education*, 123-130. January 2001.
- [9] Dooly, M. Constructing knowledge together. En *M. Dooly, Telecollaborative Language Learning. A guidebook to moderating intercultural collaboration* [online] (p. 21-45). Bern. Peter Lang. 2008.
- [10] Vigotsky, L. El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. México. Editorial Grijalbo. 1981, p.52.
- [11] Martín, Q. Aprendizaje colaborativo y redes de conocimiento. *IX Jornadas Andaluzas de Organización y Dirección de Instituciones Educativas*, 55-70. Diciembre 2004.
- [12] Mabrouk, P. Cooperative learning and Active Learning: models from the analytical sciences. *ACS Symposium series* 970, 34-53. 2007.
- [13] Adams, A. Cooperative learning effects on the classroom. Michigan. Northern Michigan University. 2013, p. 29.
- [14] Trejos, O. La Esencia de la Lógica de Programación. Pereira. Papiro. 2000, p. 62.
- [15] Trejos, O. Fundamentos de Programación. Pereira. Editorial Papiro. 2009, p. 19.
- [16] Van Roy, P. Concepts, Techniques and Models of Computer Programming. Estocolmo. Université catholique de Louvain. 2008, p. 211.
- [17] Schildt, H. C++ Programming. Vancouver. McGraw Hill. 2010, p.139.
- [18] Herrmann W. The Whole brain. New York. McGraw Hill. 2000, p. 334.



**Omar Ivan Trejos Buriticá.** Ingeniero de Sistemas, Especialista en Instrumentación Física, MSc en Comunicación Educativa. PhD en Ciencias de la Educación. Investigador y docente de planta de la Universidad Tecnológica de Pereira. Autor de 15 libros y gran cantidad de artículos en los cuales refleja su experiencia y conocimiento alrededor de la programación de computadores y de las diferentes metodologías que permiten que para el estudiante sea fácil acceder al conocimiento.