

APRENDIZAJE DE LA PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORES BASADO EN PBL Y EMPAREJAMIENTO POR CUADRANTES DEL MODELO 4Q

LEARNING COMPUTER PROGRAMMING USING PBL AND 4Q MODEL

Omar Iván Trejos Buriticá*

Recibido: 8 de noviembre de 2017

Aceptado: 23 de abril de 2018

Resumen

Este artículo presenta y analiza los resultados obtenidos en la investigación de una metodología que explora caminos de mejoramiento en el aprendizaje de la programación de computadores. Esta metodología está basada en la estrategia *problem based learning* y en la aplicación del modelo 4Q de preferencias de pensamiento a partir de un trabajo por parejas con cuadrantes opuestos, en el que se tuvo en cuenta el problema de aprender programación de computadores cambiando la lógica deliberativa natural humana por la lógica computacional binaria. En la investigación se analizaron los estudiantes en referencia con sus preferencias de pensamiento, a partir de un instrumento formal conocido como cuestionario Benziger. Los resultados obtenidos permiten visualizar una perspectiva diferente con los estudiantes cuando se trabaja por parejas, aprovechando las bondades de un modelo de preferencias de pensamiento dentro del marco del aprendizaje de la programación de computadores. Estos resultados posibilitan un análisis detallado del avance de cada pareja de estudiantes. Se concluye que emparejar a los estudiantes en el desarrollo de las actividades de una asignatura de programación puede llegar a ser una estrategia altamente efectiva, siempre y cuando se conozca y se aplique apropiadamente un modelo de preferencias de pensamiento.

Palabras clave: aprendizaje, cuadrantes opuestos, preferencias de pensamiento, *problem based learning*, programación de computadores.

Abstract

The present article presents and analyzes the results obtained from a research inspired by a methodology to explore improvement ways for computer programming Learning based on the Problem Based Learning strategy and the application of the 4Q model preferences with work in

* Ph.D. en Ciencias de la Educación. Docente de planta, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, Colombia. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3751-6014>. omartrejos@utp.edu.co

pairs with opposite quadrants. To achieve this, the students were analyzed in reference to their preferences of thinking from a formal instrument known as the Benziger questionnaire. The obtained results allow to visualize a different perspective with the students when working in pairs taking advantage of the benefits of a model of preferences of thought within the frame of the learning of computer programming. These results enable a detailed analysis of the progress of each pair of students. It concludes that working with pairs of students in the development of the activities of a programming subject can become a highly effective strategy as long as a thought preference model is known and applied appropriately.

Keywords: learning, opposite quadrants, thinking preferences, problem based learning, Computer programming.

INTRODUCCIÓN

Una de las mayores dificultades que tienen los procesos de formación tecnológica a nivel de programas de ingenierías consiste en el nivel de conocimiento y apropiación que pueden tener los docentes (normalmente ingenieros) sobre estrategias para motivar el aprendizaje (Chukaew, Panjaburee, Wanichsan y Laosinchai, 2014). Es apenas natural pensar que los ingenieros docentes en su proceso de formación profesional son mucho más ingenieros que docentes, es decir, tienen un mayor conocimiento de su corpus disciplinar que de las estrategias que podría adoptar para cumplir con la misión que encomienda la docencia a nivel universitario.

La importancia de esta discusión se deriva del siguiente punto: si los ingenieros son por definición los encargados de encontrar, plantear, modelar, mejorar, retroalimentar y dejar a punto soluciones que resuelvan problemas del mundo real (Evans, 2011), se requiere que estos tengan cierto nivel de capacitación docente para que puedan posibilitar el aprendizaje de sus alumnos, de forma que estos cumplan luego con esa misión que les encomienda la sociedad.

El propósito de esta investigación es brindar un conjunto de elementos de juicio y compartir unas experiencias con la comunidad académica de ingenieros docentes alrededor de estrategias que podrían mejorar el proceso de aprendizaje de la lógica de programación y de la programación de computadores. Esta investigación se sustenta tanto en el aprendizaje basado en problemas (*problem based learning*-PBL), como en el modelo 4Q de preferencias de pensamiento en lo que compete a la conformación de parejas de trabajo. Es de anotar que, por la naturaleza del perfil y formación profesional de los ingenieros docentes, se hace necesario compartir y socializar todo esfuerzo para que estos docentes logren los objetivos de aprendizaje de sus respectivas áreas, de manera que cada esfuerzo que ellos hagan por compartir y retroalimentar el conocimiento sea más efectivo y menos complejo.

El PBL es una estrategia que permite que el estudiante confronte lo visto teóricamente en las clases magistrales con situaciones problemáticas que relacionen el mundo exterior con el conocimiento adquirido en las aulas en el proceso de formación profesional (Havenge, Breed y Mentz, 2013). El PBL está basado en la búsqueda del significado que tiene el conocimiento y su aplicación en la resolución de problemas, tal como lo plantea la teoría de aprendizaje significativo.

El modelo 4Q de preferencias de pensamiento permite que se pueda conocer un poco más de los estudiantes; de manera que por parte del docente se pueda conformar parejas de trabajo basándose fundamentalmente en su cuadrante dominante y no, como sucede normalmente, en un criterio completamente aleatorio, que (en la mayoría de los casos) poco le aporta a cada uno de los integrantes de un grupo o una pareja de trabajo.

Este estudio se justifica en el hecho de que la estrategia de trabajo por parejas en el aula de clases es un modelo recurrente, muy común en los programas de ingeniería, especialmente, en la ingeniería de sistemas y programación de computadores. Dado que esta estrategia ha sido utilizada con mucha frecuencia en las asignaturas asociadas a la programación, surge la pregunta: ¿qué mecanismo para la conformación de parejas de trabajo en el aula de clases es el más efectivo, de manera que no solo la pareja sea altamente productiva (es decir, que cumpla con los objetivos en el tiempo establecido), sino que le permita a cada uno de los integrantes apropiar, asimilar, retroalimentar y evaluar el conocimiento de manera exitosa? Una respuesta posible está en el presente artículo. Este documento es resultado del proyecto de investigación Análisis de la Relación, Implicaciones e Incidencia del Aprendizaje de las Ciencias Básicas y del Conocimiento Básico en el Proceso de Formación de Ingenieros de Sistemas, que fue recomendado por el Consejo de Facultad de Ingenierías y aprobado por la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Para el desarrollo metodológico e investigativo de este estudio se hizo la inmersión bibliográfica en la teoría del aprendizaje significativo, el *problem based learning*, la enseñanza de la programación de computadores y el modelo 4Q de preferencias de pensamiento. Lo novedoso de este artículo es que articuló teorías de aprendizaje con un proceso metodológico que involucra la adopción de un modelo de preferencias de pensamiento en la conformación de parejas de trabajo en el área de programación de computadores en el programa Ingeniería de Sistemas y Computación.

Por lo dicho anteriormente, el objetivo general de esta investigación es la revisión, implementación y adopción de una metodología que, basada en aprendizaje significativo y en el modelo 4Q de preferencias de pensamiento, potencialice el trabajo por parejas dentro del área de programación de computadores en el proceso de formación de ingenieros de sistemas. El estudio se realizó durante seis semestres (entre los años 2015 y 2017) en la asignatura Programación I de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Tecnológica de Pereira.

MARCO TEÓRICO

Una de las mayores dificultades que se presenta en los procesos de formación tecnológica, específicamente, en lo que compete a la formación de ingenieros de sistemas, es la búsqueda de caminos efectivos para que se logre la apropiación, asimilación, aplicación, retroalimentación y evaluación de la lógica de programación (Trejos, 2000). Los docentes de esta área, que normalmente son ingenieros, buscan varios caminos para lograr este objetivo; por otra parte, hay que aclarar que el aprendizaje de la lógica de programación tiene una distancia notoria del aprendizaje de la programación, pues esta alude a los lenguajes que la permiten, mientras que aquella alude a la fundamentación matemática sobre la cual se basa.

La definición de los paradigmas de programación ha permitido que se puedan establecer diferentes enfoques, desde la perspectiva matemática y posteriormente tecnológica, para que se concreten varios caminos que propongan soluciones a problemas computables (van Roy y Haridi, 2004). El hecho de que existan varios caminos posibles para resolver dichos problemas confirma la idea de que cuando un problema tiene varias soluciones posibles, algunas pueden ser mejores que otras, aunque ninguna es completamente descartable.

En esta parte hemos de tener en cuenta que para resolver dichos problemas se requiere, más que de la lógica deliberativa natural y humana, de una lógica computacional, que se fundamenta en lo puramente binario y en las posibilidades matemáticas de los diferentes paradigmas o enfoques de programación.

La enseñanza de la programación de computadores invita a que los docentes de esta área (normalmente ingenieros) se capaciten en estrategias y actividades que se derivan de teorías de

aprendizaje. De allí puede inferirse la razón por la cual cada vez son más los ingenieros de sistemas que optan por especializar su corpus de conocimiento en programas de maestría y doctorados orientados hacia la educación. Aún no se tiene una aceptación y aplicación masiva de dichas teorías y, por lo tanto, los diferentes caminos de apropiación del conocimiento en lo que se refiere a las teorías de aprendizaje están en ciernes esperando que esos ingenieros docentes se preparen para poder lograr más con menos esfuerzo. Por su parte, los procesos de aprendizaje de la programación de computadores implican involucrar de manera consciente al estudiante para que conozca las metas que se han propuesto (Ausubel, 2012) y para que las haga suyas y se haga partícipe del camino que permite alcanzarlas, de manera que se convierta en un reto personal que, no obstante, tiene el acompañamiento y ayuda del docente.

En este punto debe tenerse en cuenta que el docente universitario cumple con un rol notoriamente diferente al que cumplían aquellos maestros que, otrora, solamente entregaban conocimiento a través de la tradicional metodología de tiza y tablero. Hoy los tiempos han cambiado y han permitido que la comunicación entre docentes y estudiantes sea más directa, amén de las facilidades que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación proveen y de esas nuevas concepciones en las que el docente deja de ser un repetidor de conocimiento para convertirse en un acompañante y tutor del proceso de aprendizaje. El rol de cada uno de los protagonistas, sin mencionar los cambios que debe registrar el personal administrativo de las instituciones de educación superior, es más participativo, más cuestionante y, sobre todo, más efectivo en términos de aprendizaje como tal. Los logros de un proceso de aprendizaje ya no se miden en el avance porcentual en relación con los contenidos temáticos establecidos en determinada asignatura, sino que se deben medir en el nivel de apropiación y asimilación de dichos conceptos por parte del alumno, así como en la perdurabilidad de los mismos, de forma que el estudiante encuentre sentido al conocimiento y lo pueda asociar siempre de manera competente con situaciones de su vida cotidiana o, por lo menos, pueda aplicarlos de manera acertada y sin titubear (Bruner, 2009).

La docencia en programas tecnológicos y la cercanía entre los ingenieros que se forman para ejercer la ingeniería y los docentes que imparten y comparten un conocimiento se han ido condensando en los profesores de programas de ingeniería modernos, que, dado al cúmulo de conocimiento al que se puede acceder, requieren capitalizar las bondades de las nuevas tecnologías, aprovechar sus servicios y catapultar al estudiante hacia la apropiación y asimilación de esos nuevos significados que fundamentan su corpus disciplinar. La formación por competencias que se promueve en la actualidad ha extendido una invitación para que se repense la forma de hacer docencia en todos los campos, pues ya no es suficiente con que se comparta y se acceda al conocimiento, sino que hoy más que nunca se necesita que se sepa cuándo y dónde aplicarlo o, por lo menos, que se tenga consciencia de las posibilidades de su aplicación para que este adquiera un significado que lo cristalice y lo haga útil para la sociedad.

La formación por competencias pareciera dejar de lado este tipo de aportes y centrarse en la aplicación práctica del conocimiento que, por las razones del dinamismo moderno, se ha convertido en un síntoma del avance en la investigación, en la retroalimentación y en la revisión de los conceptos que fundamentan y cuestionan las ciencias modernas. Esto explica por qué se hace tan necesario que la docencia en manos de ingenieros acceda a estrategias que no solo dinamicen la relación entre el docente y sus estudiantes, sino que haga lo propio entre estos y el conocimiento.

Una de las teorías que ha cobrado gran importancia es la del aprendizaje significativo, según la cual todo proceso de aprendizaje es mucho más efectivo y simple en la medida en que el conocimiento adquirido tenga un significado para el aprendiz (o sea, para quien está aprendiendo) (Ausubel, 2012). Este significado va de la mano de la relación entre los contextos en los que se mueve el aprendiz y el conocimiento que recibe. El conocimiento que no tiene significado corre el

riesgo de ser desechado por el cerebro sin que medie la voluntad del estudiante; sin embargo, si el conocimiento está asociado con un significado que hace efectivo dentro de alguno de los contextos del alumno (especialmente, el contexto extraescolar), este queda almacenado en la memoria a largo plazo y es allí en donde se puede decir que el proceso de aprendizaje ha sido efectivo, tanto por lo aplicativo como por lo duradero.

El aprendizaje significativo fundamenta su teoría en el hecho de reconocer el conocimiento como la conjunción de tres partes claramente definidas: a) el conocimiento previo, que consiste en el cúmulo de conceptos, teorías y modelos heredados (derivados de la interacción personal y social del estudiante, así como de su conocimiento en general) que son la base sobre la cual realiza sus razonamientos; b) el nuevo conocimiento, que corresponde a las teorías, modelos y conceptos a los que se accede y que cuestionan los patrones de pensamiento que aparentemente están arraigados en el cerebro, y c) la actitud del estudiante, que se divide en dos partes: la capacidad de relacionar el nuevo conocimiento con el conocimiento previo y la motivación.

Por su parte, la motivación del estudiante por aprender es uno de los logros más importantes que debe alcanzar el docente, pues entre sus funciones está la de convertirse en un motor motivacional para sus alumnos, dado que si el alumno está motivado, el nuevo conocimiento y sus variantes encontrarán un camino más claro para entrar en su base de razonamientos. La metodología conocida como aprendizaje basado en problemas (PBL, por sus siglas en inglés) consiste en un conjunto de estrategias y actividades que le proponen al estudiante (o a un grupo de estudiantes, preferiblemente) una situación que puede ser real o hipotética, pero muy cercana a la realidad, para que él (o ellos) encuentre, entre sus nuevos conocimientos y con el acompañamiento del docente, posibles soluciones que permiten resolver el problema (Law y Lee, 2010).

Esta metodología busca conferirle alto significado al conocimiento, especialmente, al nuevo conocimiento, y encontrar los conocimientos previos, las teorías y los elementos de juicio que pueden ser útiles para plantear de manera consistente y bien fundamentada una solución que resuelva una situación, un caso o un enunciado. Bajo esta metodología, el estudiante tiene que interactuar con otros alumnos, detenerse a escuchar con atención y buscar argumentos que le permitan exponer sus propuestas, de manera que dentro de un diálogo académico que acepta las coincidencias y las discrepancias se pueda encontrar la mejor solución a los problemas que se plantean en el aula (Tlili, Essalmi, Jemni y Chen, 2016).

La programación de computadores puede servirse de múltiples situaciones, reales o hipotéticas, para construir enunciados problemáticos que inviten al estudiante a trabajar en equipo y encontrar la mejor solución e implementarla desde la lógica computacional y a la luz de un lenguaje de programación (Trejos, 2012).

La conformación de grupos de trabajo en el aula de clases nos lleva a pensar en la manera de hacerlo, en la forma cómo los integrantes de cada grupo puedan complementarse en capacidades, características y conocimientos, y así lograr que puedan trabajar y ser efectivos para responder a los problemas y retos que se les propongan. El modelo 4Q de preferencias de pensamiento es un modelo que, a partir de la definición de un cuadrante preferente que orienta la visión sobre el mundo, posibilita ciertas dinámicas entre los estudiantes si se les analiza y se les orienta antes de conformar los grupos aleatoriamente (como normalmente se hace) (Herrmann, 2015).

El modelo 4Q de preferencias de pensamiento establece que existen cuatro formas (cuadrantes) de dominancia en el cerebro: el cuadrante lógico, el cuadrante secuencial, el cuadrante social y el cuadrante imaginativo; cada uno de ellos tiene características propias y ninguno es mejor que otro. Ahora bien, sabiendo que uno de ellos es dominante, se concibe el mundo con una perspectiva específica, que es definida científicamente por el modelo. Los estudios han demostrado que los seres humanos siempre tienen un cuadrante dominante y que dos seres humanos se pueden

complementar fácilmente cuando estos cuadrantes dominantes son complementarios (Saito y Yamaura, 2013). Precisamente, el objetivo de este proyecto de investigación es hacer un trabajo de aula que permita monitorear la coincidencia del modelo con las necesidades de solución que se requieren para resolver diferentes talleres de programación de computadores, conformando parejas de estudiantes que se han analizado y ubicado en cada uno de los cuadrantes dominantes a partir del diálogo y de la utilización de soportes científicos que para tal fin se han diseñado.

Diferentes investigaciones han establecido criterios alrededor de la complementariedad de los cuadrantes dominantes, en las que se determinó que cuando dos personas trabajan juntas (teniendo en cuenta que sus cuadrantes dominantes son complementarios) su productividad es mayor en relación con la solución de problemas que se basen bien en la lógica (Serrano-Cámara, Paredes-Velasco, Alcover y Velazquez-Iturbide, 2014). En este caso se trata de aprovechar esta estrategia para resolver problemas cuya solución se basa en lógica computacional, según las características del aprendizaje basado en problemas y sobre los fundamentos de la teoría de aprendizaje significativo.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en el curso Programación I de Ingeniería de Sistemas y Computación en el primer y segundo semestre de los periodos 2015, 2016 y 2017. La tabla 1 presenta el número de estudiantes objeto de estudio, tanto los que se organizaron en parejas, porque se identificó claramente su cuadrante dominante, como los que no se vincularon a un cuadrante de forma definitiva.

Tabla 1. Estudiantes que participaron en el estudio

Año	Semestre	Cantidad de estudiantes	Estudiantes perfilados	Parejas conformadas	Estudiantes no perfilados
2015	1º	23	16	8	7
	2º	21	14	7	7
2016	1º	19	12	6	7
	2º	22	16	8	6
2017	1º	21	14	7	7
	2º	22	12	6	10
Total		128	84	42	44

Para la identificación de los cuadrantes dominantes de los estudiantes se recurrió a tres estrategias diferentes con el ánimo de obtener unos resultados más aproximados a la realidad: a) se les explicó a los estudiantes el modelo 4Q de preferencias de pensamiento, sus características y sus formas de identificación; sobre esta base se les invitó a que cada uno escribiera en un papel (no anónimo) cuál era el perfil preferente con el cual pareciera identificarse mejor; b) se realizaron jornadas extraclase para conversar con los alumnos de manera informal y se realizó, por parte del docente, una identificación del posible perfil preferente de cada uno de ellos a partir de lo que se conversó, de sus preferencias en diferentes áreas, tanto de su vida personal como académica y social, y c) se aplicó un instrumento conocido como cuestionario Benziger, que condensa el modelo a partir de la respuesta sistemática a 58 preguntas. Se aceptaron como estudiantes identificados claramente en su cuadrante preferente aquellos en los que coincidía su propia opinión, la opinión del docente y el resultado del cuestionario Benziger.

Durante el desarrollo de las 16 semanas de clases se realizaron tres pruebas parciales, cada una de ellas en formato de taller, en los cuales se proponían 5 enunciados para ser resueltos con los conocimientos que se iban adquiriendo en la medida en que el contenido del curso iba avanzando: el

parcial-taller 1 incluía los conceptos introductorios a la programación funcional, estrategia “divide y vencerás” y construcción e invocación de funciones; el parcial-taller 2 trataba los conceptos de recursividad y construcción de procesos recursivos, y el parcial-taller 3 abordaba el manejo de conjuntos de datos desde la perspectiva de las listas y los vectores. Las pruebas parciales realizadas se hicieron a todo el grupo a la misma hora y en las mismas condiciones circunstanciales de modo y lugar, de forma que todos tuvieran condiciones similares para presentarlas. Igualmente, en la sesión anterior a las pruebas parciales, se les concedió a todos una sesión completa para asesoría grupal y en cada semana académica se establecieron horarios de atención personalizada para la resolución de dudas al respecto de los temas vistos en clase.

Desde el principio se le informó a los estudiantes el sentido del proyecto, la caracterización que se había realizado (basada en su opinión y la del docente y el resultado de la prueba Benziger) y se estableció que el manejo de esta información sería estrictamente confidencial, a pesar de que se entiende que la identificación de un perfil dominante, sea cual fuere, no implica ninguna ventaja comparativa frente a otro. De acuerdo a las investigaciones realizadas a partir del modelo 4Q, se han identificado algunos emparejamientos posibles y no posibles que sugieren que dependiendo de su cuadrante preferente algunas parejas de trabajo podrían llegar a ser mucho más efectivas que otras. En este sentido se ha establecido que los cuadrantes que se encuentran en extremos diagonales opuestos (cuadrante lógico vs. cuadrante social, cuadrante secuencial vs. cuadrante imaginativo) tienen menos posibilidad de trabajar conjuntamente, dado que fisiológicamente existe menos flujo de sangre entre estos lóbulos del cerebro. Debe acotarse que una vez se conformaron las parejas, estas se mantuvieron durante todo el semestre con un acompañamiento muy activo por parte del docente.

RESULTADOS

Para facilitar el análisis de los datos y la presentación de los mismos, se muestra en la tabla 2 el promedio de las pruebas parciales realizadas a los estudiantes que se identificaron plenamente con su cuadrante preferente, así como el de los estudiantes que no pudieron ser ubicados de manera coincidente por los tres caminos escogidos (caminos que fueron explicados en el ítem de metodología). Se optó por presentar estos datos sobre la base del promedio, debido a que describir uno a uno los resultados individuales desborda los objetivos de este artículo.

Tabla 2. Resultados promedio de los parciales

Año	Semestre	Parejas 4Q			Estudiantes independientes		
		1° P	2° P	3° P	1° P	2° P	3° P
2015	1º	4.3	3.8	4.2	3.6	3.3	4.0
	2º	4.5	3.9	4.3	3.3	3.1	3.7
2016	1º	4.8	3.9	4.0	3.4	3.5	3.5
	2º	4.1	3.8	4.3	3.4	3.8	3.8
2017	1º	4.2	4.2	4.4	3.4	3.9	3.3
	2º	4.5	4.3	4.2	3.2	3.6	3.9
Promedio		4.4	4.0	4.2	3.4	3.5	3.7

Las parejas encontradas en cada uno de los cursos se presentan en la tabla 3. Según la notación de la tabla, el cuadrante lógico se identifica con la letra A; el cuadrante secuencial, con la letra B; el cuadrante social, con la letra C, y el cuadrante imaginativo, con la letra D.

Tabla 3. Parejas conformadas

Año	Sem	AA	AB	AC	AD	BB	BC	BD	CC	CD	DD	TotP*
2015	1º	1	0	2	0	0	1	1	0	2	1	8
	2º	0	1	1	0	0	1	1	2	1	0	7
2016	1º	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	6
	2º	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	8
2017	1º	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	7
	2º	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	6
Total		4	4	6	1	3	4	5	5	7	3	42

*TotP: total de parejas

Finalmente, se presenta en la tabla 4 el promedio de los parciales de cada una de las parejas analizadas. Por razones propias del estudio se han omitido los datos específicos de los resultados de los estudiantes que no fueron clasificados, pero se hace mención a ellos en el ítem de discusión. En los casos en donde hubo más de una pareja, se calculó el promedio de los promedios de las parejas.

Tabla 4. Parejas y promedios

Año	Sem.	AA	AB	AC	AD	BB	BC	BD	CC	CD	DD
2015	1º	4.0	0	3.6	0	0	3.8	4.3	0	3.6	3.3
	2º	0	4.5	3.9	0	0	3.9	3.9	3.3	3.6	0
2016	1º	3.9	4.3	3.8	4.0	0	0	3.7	0	3.9	0
	2º	0	4.3	4.8	0	3.6	3.9	4.0	3.2	4.0	3.4
2017	1º	3.8	4.5	0	0	3.5	4.0	0	3.4	4.1	3.5
	2º	3.8	0	4.2	0	3.5	0	4.1	3.3	3.8	0
Promedio		3.9	4.4	4.1	4.0	3.5	3.9	4.0	3.3	3.8	3.4

DISCUSIÓN

Este tipo de investigaciones en el aula obligan a ser muy moderado en el análisis de los resultados, dado que, como toda investigación educativa, cualquiera de los elementos que la constituyen puede ser mejorado notoriamente. Se ha procedido tanto en lo conceptual como en lo metodológico con el máximo rigor que permiten las condiciones y el tiempo establecido para recolectar la información, para analizarla y para poder resumirla de manera que sea presentable de una manera decorosa y entendible y dentro del marco que ofrece un artículo científico. Los estudiantes seleccionados para conformar las parejas 4Q se han derivado de la identificación plena de su perfil dominante, asumiendo como identificación plena la coincidencia entre la opinión propia del estudiante, el concepto del docente y el resultado de la prueba Benziger en el aula. Debe admitirse que esa simple coincidencia no es suficiente para garantizar un 100 % de efectividad en la identificación del cuadrante preferente, pues, aun siendo mínimo, existe un umbral de aleatoriedad que podría hacer coincidir las tres fuentes sin que ello a su vez coincidiera –valga la redundancia– con la realidad del estudiante.

Las pruebas que para tal fin se han diseñado, como es el caso del cuestionario Benziger, permiten tener una aproximación bastante confiable a lo que podría ser la realidad, más si esta aproximación se refuerza con el concepto del mismo estudiante y con la opinión del docente al respecto, pues se tendrá un umbral muy alto de efectividad. Este proceso se realizó durante dos semanas; si para la realización de este proceso se pudiera incorporar un tiempo de observación de por lo menos la mitad del semestre, la confiabilidad y efectividad de la identificación del cuadrante dominante se acercaría a niveles muy cercanos al 100 %. Si a esto se le incorporara el diálogo con los padres, amigos y entorno de cada estudiante, es posible que en algunos casos podríamos estar hablando de una identificación del perfil dominante del alumno del 100 %.

Sin embargo, el gran problema que se enfrenta en este tipo de investigaciones es que el tiempo apremia y todo debe enmarcarse dentro de un mismo semestre, ya que si se perfilan los estudiantes dentro de un semestre y se aplican la metodología a lo largo de otro semestre, aparecerán alumnos que no estaban en el proceso inicial y el proceso como tal se convertiría en una investigación imposible de culminar. De la misma forma, acceder al entorno familiar y social de cada estudiante, si bien le imprime un sentido de aproximación a su cuadrante dominante de una manera altamente confiable, termina siendo una tarea difícil de realizar, puesto que si un curso tuviera 20 estudiantes y de cada uno se pudiera acceder a los padres, hermanos y 2 amigos, entonces tendríamos la necesidad de entrevistar a más de 100 personas. Si a cada persona se le destina tan solo 15 minutos (que en términos comparativos es poco para obtener una información adecuada en pos de los objetivos de la investigación), estaríamos hablando de 1500 minutos de destinación (que equivalen a 25 horas) al levantamiento de la información a partir del entorno de los estudiantes.

Si se destina tan solo 1 hora diaria a esta tarea, entonces requeriríamos, solo para encontrarnos con el entorno de cada estudiante, alrededor de un mes, que significa académicamente entre 4 y 5 semanas de estudio. Si el semestre tiene 16 semanas, estaríamos enfrentados a realizar esta investigación en un tiempo aproximado de 10 semanas, si se descuentan las sesiones en las cuales, por una razón u otra, no haya clase. Esta es la razón por la que se ha querido en un tiempo record de 2 semanas intentar aproximarse al cuadrante preferente del estudiante tomando como fuente de consulta al mismo estudiante, al docente y a los resultados de una prueba estándar, y dejar de lado esas otras fuentes que podrían confiabilizar mucho más el proceso, pero con un costo en tiempo que lo haría imposible de culminar en un solo semestre.

A los estudiantes se les explicó de forma detallada todo el modelo sobre el que se soportaba la investigación, es decir, la teoría del aprendizaje significativo, la metodología de aprendizaje basado en problemas y el modelo 4Q de preferencias de pensamiento. A partir de estos modelos y teorías, se socializó con los estudiantes las parejas que la investigación científica y académica ha arrojado como coincidentes y que pueden ser más productivas, así como aquellas parejas cuya productividad podría no ser tan alta según sus cuadrantes preferentes.

A los estudiantes que no se les pudo identificar claramente su cuadrante dominante se les explicó que esto obedecía a la metodología adoptada, y no a la ausencia de mecanismos de identificación de su cuadrante preferente. También se les hizo hincapié en que sus resultados cuantitativos serían analizados posteriormente por fuera de los objetivos trazados para la investigación que inspira este artículo. El objetivo de mantener informados a los estudiantes, tanto de la metodología como de los objetivos de la investigación y de los resultados obtenidos, es que formarán parte activa y motivada de todo el proceso, es decir, quieren estar allí aportando lo mejor que tienen para poder recibir los resultados como producto de su participación.

Con la información aportada por los estudiantes, se procedió a que ellos escogieran sus respectivas parejas basados en las perspectivas que ofrecían las investigaciones acerca del emparejamiento basado en cuadrantes preferentes. Se hizo de esta forma debido a que se consideró que los estu-

diantes podrían tener elementos de simpatía y acercamiento que no fueran visibles con la información recogida, pero que podrían aportar elementos positivos al posterior trabajo que realizaran con su respectivo compañero. En este proceso de organización de las parejas se dejó que algo de aleatoriedad formara parte de la escogencia del compañero. Muy pocas parejas no fueron organizadas voluntariamente, sino que quedaron finalmente libres y por fuerza mayor tuvieron que asociarse.

En cuanto a las pruebas realizadas, se hicieron solamente tres en un formato de parcial-taller para que se posibilitara el trabajo en parejas a partir de los lineamientos establecidos en la metodología PBL, y también para que la prueba, que se derivaba de todo este proceso, sirviera para avanzar en lo cuantitativo establecido por las normas institucionales. En este aspecto debe admitirse que en la medida en que se realicen más pruebas escritas (y que no solo sean tipo parcial-taller, sino que involucren otro tipo de estrategias evaluativas), los resultados podrán tener un nivel más alto de confiabilidad en relación con la productividad académica de parejas de estudiantes basadas en su cuadrante preferente. Al finalizar todo el proceso de investigación, es decir, sobre la semana 16, se solicitó a los estudiantes la opinión acerca del proceso realizado. Esta opinión se realizó de manera anónima. Con este ejercicio solo se quiso que identificaran si habían formado parte de las parejas o si estaban dentro de los estudiantes que no fueron clasificados. Para ello, simplemente debían escribir en la parte superior la palabra “4Q” o “No 4Q”. Sobra decir que se incluyó la opinión de los estudiantes que no fueron clasificados exitosamente.

Esta encuesta se sustentó en la respuesta de tres puntos: a) consigne una opinión libre acerca del proceso de investigación realizado, b) ¿qué ventajas le encuentra usted al proceso? y c) ¿qué aspectos mejoraría en este proceso? Las respuestas fueron bastante interesantes; pero, por razones de espacio, en este artículo se ha omitido su análisis detallado. Sin embargo, se destaca que el 95 % de los estudiantes encuestados tuvieron opiniones significativamente favorables. Se consideró como favorable toda opinión en la que el estudiante manifiesta no solo su complacencia con el proceso, sino su deseo de continuar en este. La tabla 5 presenta un brevísimo resumen de los resultados obtenidos.

Tabla 5. Opiniones de los estudiantes

Año	Sem.	4Q		No 4Q	
		Favorable	No favorable	Favorable	No favorable
2015	1º	15	1	5	2
	2º	13	1	6	1
2016	1º	12	0	7	0
	2º	15	1	6	0
2017	1º	12	2	6	1
	2º	11	1	8	2
Total		78	6	38	6

En cuanto a los resultados obtenidos en las pruebas parciales y que se presentan en la tabla 3, se puede notar que existe un efecto muy interesante cuando se trata de emparejamientos basados en un modelo de preferencias de pensamiento, pues el análisis entre los promedios cuantitativos de las parejas 4Q y los promedios de los estudiantes independientes indica que en todo momento fueron mejores los resultados cuantitativos de las parejas 4Q, independiente de que existiera coincidencia o no entre sus cuadrantes preferentes. Llama la atención que el primer parcial para las parejas 4Q tuvo el promedio de promedios más alto, mientras que el tercer parcial para los estudiantes independiente tuvo su más alto promedio de promedios.

Una razón para explicar estos resultados tal vez sea el hecho de que al tener más elementos de juicio y más herramientas de programación, pues el tercer parcial se hace al finalizar al semestre, es posible que se hiciera más difícil que los estudiantes por parejas se pusieran de acuerdo en las soluciones lógicas que requieren los problemas planteados en las pruebas parciales. De la misma forma, los resultados invitan a pensar en que al inicio del proceso los estudiantes con cuadrantes divergentes acuden más a lo informal y a la camaradería para ceder el turno a la opinión del otro, mientras que, luego de varias semanas de estudio y ya finalizando el semestre, cada uno podría intentar hacer valer su fuero y las diferencias, especialmente en parejas con cuadrantes divergentes, en las que esto podría aflorar más aún cuando ya se cuenta con más herramientas y recursos de programación.

En cuanto a la conformación de las parejas, se nota que la dupla que más frecuencia obtuvo, hablando en términos de estadística descriptiva, fue la conformada por un estudiante del cuadrante preferente social y otro del cuadrante preferente imaginativo. En la tabla 3 aparece esta dupla (identificada como CD) con una frecuencia de 7, seguida por la dupla conformada por la pareja lógico-social, de la que se conformaron 6 parejas a lo largo de todo el estudio. De la misma manera, se observa que las parejas con frecuencia más baja correspondió a la pareja lógico-imaginativa, de la que solamente se presentó una sola ocurrencia. Debe tenerse en cuenta que si bien la conformación de las parejas tienen un factor de aleatoriedad intencional, que generó los resultados obtenidos y expuestos en la tabla 3, no deben desconocerse de todas formas los valores extremos (ver tabla 3), debido a que son los que dan pautas para los análisis posteriores.

En este mismo sentido, cabe señalar que en la tabla 4 se presentan los resultados cuantitativos de la conformación de las parejas, y si bien la pareja social-imaginativa no obtuvo los puntajes más altos, tampoco fue la que presentó los resultados más bajos, lo que hace pensar que es posible que parejas con cuadrantes aparentemente divergentes pueden encontrar, en unión con otros factores (por ejemplo, simpatía o articulación) que se salen de los modelos, mecanismos para trabajar conjuntamente y ser altamente productivos, por lo menos en relación con la media de un conjunto de datos. Igual situación se presenta con la dupla lógico-social, cuyo resultado cuantitativo está entre los más altos. Es de esperarse que algunas duplas, como la lógico-secuencial o la socia-imaginativa, obtengan buenos resultados, puesto que son parejas de las que se espera ciertos niveles altos de productividad. En materia de lógica de programación, parece ser bastante razonable que la dupla lógico-secuencial sea la que obtenga los resultados cuantitativos más altos, dado que un integrante (lógico) podría proveer y plantear la solución, mientras que el otro integrante (secuencial) podría ser el encargado de implementarla a la luz de las herramientas que da la lógica de programación. Un resultado que es llamativo en la tabla 4 corresponde al promedio de promedios obtenido a partir del trabajo académico de la dupla social-social, que tiene una frecuencia alta (en comparación con las otras duplas) y cuyo resultado promedio de promedios corresponde a un nivel relativamente bajo. Esto obedece a la complacencia que tienen dos estudiantes con perfil social de trabajar conjuntamente, pues hacen de ese momento un instante más de interacción, lo que causa que los resultados, a la luz de los objetivos de la evaluación, no sean los esperados.

CONCLUSIONES

La experiencia investigativa que deja este estudio invita a pensar en la gran importancia de entender, asimilar y aplicar apropiadamente las teorías, metodologías y estrategias de aprendizaje modernas por parte de los ingenieros docentes. Seguramente, apropiarse de estas teorías sea útil para todos los docentes universitarios; pero, posiblemente por la naturaleza misma del perfil de su conocimiento disciplinar, tal vez ningún docente esté más lejano de las ciencias blandas (y de sus derivaciones) como los que enseñamos en ciencias duras como la Ingeniería.

De otra parte, la adopción de metodologías como *problem based learning* posibilita un encuentro entre la teoría de las aulas y la práctica de la vida cotidiana cuando se trata de un curso de programación de computadores que puede ser extensivo a los cursos que pertenecen a las ciencias básicas y a aquellos que pueden enmarcarse dentro del conocimiento básico para ingenieros. La interacción entre diferentes formas de concebir una solución lógica, la argumentación fundamentada, el debate y la articulación entre distintas miradas de la misma realidad enriquecen el panorama de los estudiantes desde su perspectiva, pero orientada dentro de un programa de Ingeniería.

La adopción de un modelo de preferencias de pensamiento y su aplicación al momento de realizar trabajos por parejas (es decir, limitando el azar) permite que se tenga un fundamento científico para aprovechar las diferentes capacidades de los alumnos y lograr que de forma complementaria estos se soporten mutuamente, de manera que el conocimiento se pueda concebir no solo desde su perspectiva puramente teórica, sino también de sus aplicación, para lograr que el alumno pueda ser competente en su aplicación y pueda al mismo tiempo tener elementos de juicio para evaluar y retroalimentar las teorías que constituyen el conocimiento aprendido.

La combinación de teorías de aprendizaje, estrategias de trabajo en el aula y un modelo de preferencias de pensamiento posibilita el logro de objetivos que en un curso de programación de computadores podrían ser menos expeditos por otras vías y poco enriquecedores para el alumno que está iniciándose en el mundo de la ingeniería de sistemas y computación.

Cabe señalar que esta investigación deja abierta la puerta para que se experimenten otras formas de asociación académica basada en PBL a partir de un reagrupamiento apoyado en el modelo 4Q, por ejemplo, en parejas o en ternas, con el ánimo de conocer comparativamente si los resultados podrían llegar a ser más productivos desde el punto de vista del aprendizaje.

REFERENCIAS

- Ausubel, D. (2012). *The acquisition and retention of knowledge*. New York, EE. UU.: Springer.
- Bruner, J. (2009). *Actos de Significado*. Madrid, España: Alianza Editorial.
- Chukaew, S., Panjaburee, P., Wanichsan, D., y Laosinchai, P. (2014). A personalized e-learning environment to promote students conceptual learning on basic computer programming. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 815-819.
- Evans, D. (2011). *Introduction to computing*. Charlottesville, EE. UU.: Computing Book.
- Havenge, M., Breed, B., y Mentz, E. (2013). Metacognitive and problem solving skills to promote self directed learning in computer programming. *SA-eDUC Journal*, 10(2), 11-25.
- Herrmann, W. (2015). *The whole brain bussiness book*. New York, EE. UU.: McGraw Hill.
- Law, K., y Lee, V. (2010). Learning motivation in e-Learning facilitated learning computer courses. *Computers & Education*, 55, 218-228.
- Saito, D., y Yamaura, T. (2013). A new approach to programming language education for beginners. En M. Lee (Ed.), *IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 252-755). Kuta, Indonesia: IEEE.
- Serrano-Cámara, L., Paredes-Velasco, M., Alcover, C., y Velazquez-Iturbide, J. Á. (2014). An evaluation of students motivation in computer supported collaborative learning of programming concepts. *Computers in Human Behavior*, 31, 499-508.
- Tlili, A., Essalmi, F., Jemni, M., y Chen, N. (2016). Role of personality in computer based learning. *Computer in Human Behavior*, 64, 805-813.

- Trejos, O. (2000). *La esencia de la lógica de programación*. Pereira, Colombia: Centro Editorial Universidad de Caldas.
- Trejos, O. (2012). *Significado y Competencias*. Pereira, Colombia: Editorial Papiro.
- Van Roy, P., y Haridi, S. (2004). *Concepts, techniques, and models of computer programming*. Boston, EE. UU.: MIT Press.

