

Propuesta para el uso de aprendizaje activo en cursos de algoritmia y programación

Hernando González Umaña⁸ Lyda Peña Paz⁹, y Jesus Antonio Lemos B¹⁰

Resumen

Una de las competencias necesarias para muchos profesionales en la actualidad y en particular para los ingenieros es el manejo de tecnologías de la información y las comunicaciones, en especial conocimientos básicos de programación; por esta razón, en la Universidad Autónoma de Occidente se ha establecido que todos los estudiantes de los nueve programas de la facultad de ingeniería tomen cursos obligatorios de programación. Aprender a programar implica procesos de análisis y comprensión que no siempre resultan fáciles para los estudiantes, llevando a una desmotivación por el curso. Ante esta situación un grupo de docentes planteó un proyecto que tiene como propósito realizar un cambio metodológico de la asignatura. La propuesta emplea el aprendizaje basado en equipos, planteado una serie de retos para cada equipo a lo largo del semestre, a través de los cuales los estudiantes adquirirán los conceptos y habilidades requeridos en el curso. Durante el presente semestre se está llevando a cabo la primera implementación con los estudiantes y aunque no se pueden presentar resultados definitivos, ya se vislumbran algunos aspectos que dejan ver la efectividad del uso de esta metodología.

Palabras Clave: Aprendizaje activo, aprendizaje basado en equipos, algoritmia, programación.

Introducción

Durante su vida el ser humano aprende a desarrollar diferentes procesos y en general, los aprende comprendiendo los pasos que se deben llevar a cabo y el orden en que debe hacerlos; sin embargo, cuando se le pide que explicita los pasos requeridos para llevar a cabo una tarea, el asunto se torna difícil y por ello aprender a programar, no es una tarea fácil. Programar no es otra cosa que indicar al computador qué cálculos debe realizar para lograr el objetivo buscado, una vez comprendido y apropiado este proceso, emplear uno u otro lenguaje de

8 Docente de la Universidad Autónoma de Occidente, Departamento de Operaciones y Sistemas. Maestría en Ciencias Computacionales (UNAB Bucaramanga Colombia – ITESM Monterrey México).

9 Magíster en Ciencias Computacionales, Especialista en Sistemas Gerenciales de Ingeniería, Ingeniera de Sistemas. Directora del Programa de Ingeniería Informática del departamento de Operaciones y Sistemas - Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Occidente

10 Magíster en Ciencias Computacionales, Ingeniero Electricista de la Universidad del Valle, Técnico electricista SENA.

programación, se convierte en una simple tarea de traducción.

En la Universidad Autónoma de Occidente, se ha establecido que todos los ingenieros deben hacer un uso apropiado de las herramientas tecnológicas y por esta razón, los estudiantes de los programas de Ingeniería deben atender el curso básico de programación, denominado Algoritmia y Programación. En el proceso de enseñanza de esta asignatura (y otras similares que le precedieron en los antiguos planes de estudio), se han encontrado algunas dificultades: muchos estudiantes piensan que es una asignatura que no corresponde a los intereses de su área de formación, desconociendo el real aporte que esta realiza. La nueva generación de estudiantes, centra su objetivo en el aprendizaje de código, dejando de lado el aporte fundamental de la asignatura como es el desarrollo de la capacidad de análisis y abstracción, aplicados a la consecución de solución a problemas reales. Lo anterior, lleva a que los estudiantes participantes no muestren interés alguno en tomar esta asignatura, presentando un alto número de abandonos y notas promedio muy bajas al final de cada curso.

En este contexto, un grupo de profesores ha planteado diseñar una nueva propuesta metodológica, que genere un ambiente de aprendizaje más agradable para el estudiante; esta propuesta emplea metodologías activas y específicamente aprendizaje basado en equipos o *Team Based Learning (TBL)*. Con este proyecto se apuesta por lograr un curso más dinámico, de mayor atracción para los estudiantes, buscando bajar los índices de deserción a la vez que se mejoren los resultados obtenidos por los estudiantes en el curso.

En este documento se presentan los antecedentes y marco teórico empleado en el proceso de investigación, así como la propuesta metodológica. Durante el presente semestre académico se está haciendo la aplicación de la propuesta a uno de los 18 grupos que se tienen del curso de Algoritmia y Programación, por lo cual, hasta el momento solamente se dispone de resultados parciales que serán comentados en la sección respectiva.

Antecedentes

Existe en la actualidad un gran número de instituciones de educación superior, que han venido trabajando en la problemática de la enseñanza de asignaturas asociadas a las ciencias computacionales, como son la informática, la algoritmia y la programación, desde donde se han hecho diversas propuestas, que van desde sostener la enseñanza clásica magistral, hasta los nuevos enfoques dirigidos a una participación activa por parte del estudiante, utilizando metodologías activas, principalmente, el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el

aprendizaje basado en proyectos (ABPrj).

En términos generales, se podría decir que la enseñanza de estas asignaturas ha sido desconcertante, tanto para los estudiantes de ingeniería, como para estudiantes de otras áreas del conocimiento, todos con un mayor o menor grado de desarrollo en su capacidad de análisis.

Tratando siempre de superar estos inconvenientes, establecimientos de enseñanza superior han adoptado, en ocasiones a ensayo y error, varias estrategias, algunas de las cuales se mencionarán a continuación.

Ámbito Internacional

1) El departamento de sistemas y ciencias de la computación de la Universidad de Florencia (Italia), tiene una experiencia documentada de la integración de sistemas simuladores gráficos de algoritmos como parte del curso CS2 (Curso sobre estructuras de datos y algoritmos). Algunos comentarios acerca de su propósito y los resultados, los describen los investigadores Crescenzi P. y Nocentini [1]. Aunque no fue sorpresa, los resultados fueron contradictorios. Por un lado los estudios mostraron: estudiantes que interactuaron con el AV (*Algorithm Visualization*), tuvieron rendimiento significativamente mejor que los que no tuvieron acceso a él, pero también hubo estudiantes que no mostraron ninguna mejora, y estudiantes que usaron la tecnología AV y mostraron resultados peores que aquellos estudiantes que sólo tuvieron herramientas basadas en texto.

2) Por otra parte, el Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, de la Universidad Nacional Autónoma de México, ha tenido algunas experiencias en la enseñanza de la programación, utilizando particularmente ambientes colaborativos [2].

Así, ante la necesidad de enseñar a programar a personas cuyo perfil no presente características afines con el desarrollo de software, los autores plantearon los resultados obtenidos al enseñar a programar con un lenguaje de programación basado en java, pero con las ventajas de usar los mecanismos propuestos para los lenguajes de programación visual.

Como parte de la documentación revisada, se encuentra una cantidad importante de experiencias, no menos relevantes que las ya expuestas, que igualmente pone en evidencia la dificultad de la enseñanza de asignaturas pertenecientes a las ciencias computacionales, y la preocupación por parte de entidades de estudios superiores, por mejorar el acercamiento de los estudiantes de ingeniería a ellas. A continuación se hará una breve referencia de sus

preocupaciones y comentarios:

3) Rocchide *IBM Education*, manifiesta: “En todo el mundo se presentan graves problemas en el estudio y la enseñanza de la informática. Las máquinas (hardware) son consideradas lo principal y no se trabaja sobre la deducción de los principios teóricos fundamentales. Gran parte de la enseñanza se dedica a la habilidad operativa y muy poco a la formación. Las lecciones se concentran más en “cómo” hacer y no en “por qué” se hace. El alumno trabaja más en términos de memoria que en términos de razonamiento” [3].

Adicionalmente, se menciona que las dificultades didácticas no nacen por razones psicológicas o sociales y no se originan tampoco en cuestiones lingüísticas ni expresivas. Se presentan en los colegios y en las universidades, en los centros públicos y en los privados, en los cursos base y en los avanzados. Nacen más bien de un hecho: *la informática es una ciencia joven*, donde sus fundamentos son en gran medida oscuros y que la didáctica resulta deficitaria.

4) Pérez, de la Universidad Politécnica del Valle de México afirma: “La enseñanza de la programación se debe sustentar en estrategias didácticas usando la mayoría de los medios que existen en la tecnología de la información. La creación de estrategias o medios didácticos permiten usar una gran variedad de elementos tanto manuales como automáticos. El software en la enseñanza es un medio que facilita el logro de los objetivos, ayuda al profesor y al alumno en su proceso de enseñanza-aprendizaje, uno como el facilitador y el otro como generador de su propio conocimiento” [4].

En este mismo documento se menciona la Universidad de Sevilla, que a través de su departamento de lenguajes y sistemas informáticos, cuenta con varias asignaturas que comprenden su metodología didáctica en la enseñanza de la programación. Este departamento considera que uno de los aspectos más importantes son las estrategias usadas para motivar al alumno, además de la manera cómo se le hace llegar todo tipo de información, tanto de los profesores como de los propios alumnos y de materias anteriores, para facilitar el aprendizaje de la programación.

5) Otros autores como Martínez y Gamboa [5] indican: “La necesidad de la enseñanza de los lenguajes de programación se extiende cada día más a diferentes áreas, incluso en aquellas consideradas alejadas de la ingeniería de software. La mayoría de los métodos de enseñanza fueron diseñados para personas con cierto perfil, y aunque se ha buscado diseñar lenguajes de programación más “simples” aún las diferentes metodologías de programación generan un sesgo en la población que puede utilizarlas”.

Se puede inferir que el problema de la enseñanza, en asignaturas que hacen parte de las ciencias computacionales, trasciende las fronteras nacionales y se ha convertido en una preocupación a nivel global. Se reconoce la existencia de la problemática y se ha venido trabajando en su mejoramiento, sin lograr resultados contundentes.

Ámbito Nacional

En el año 2004 se inició en la Universidad de los Andes un proyecto de investigación llamado CUIP2 [6], cuyo principal objetivo era la búsqueda de nuevas maneras de aprender/enseñar a programar. Dicho proyecto, apoyado por el CIFE (Centro de Investigación y Formación en Educación, de la Universidad de Los Andes), partió del convencimiento de que cualquier solución al problema debería estar sustentada por un sólido marco conceptual y que debería tener en cuenta todas las dimensiones del problema. Como parte del proyecto se definió la manera de hacer seguimiento a los resultados (variables, indicadores e instrumentos), y de utilizarlos para mantener un proceso de mejoramiento continuo.

En sus inicios, el curso de Introducción a la Programación fue obligatorio para 10 programas de pregrado (los 8 Programas de Ingeniería, Física y Matemáticas), representando una población semestral amplia y diversa. Se incluyeron diversos elementos metodológicos como definición de precondiciones y poscondiciones para la especificación de los problemas.

Los resultados, aunque satisfactorios en algunos aspectos, no llenaron en su momento las expectativas que se tenían. Una alta tasa de deserción, unida a una alta tasa de mortalidad y a algunos problemas evidentes de motivación de los estudiantes, demostró que estas estrategias seguían siendo incompletas.

En la realidad nacional se ve una preocupación manifiesta en algunas instituciones. Particularmente y de manera muy seria, la Universidad de los Andes cuenta con un proyecto bastante maduro que ha logrado que sus estudiantes vean con agrado el aprendizaje de este tipo de asignaturas, con una disminución considerable de la deserción y la mortalidad académica, permitiendo avanzar en la solución de esta problemática. Otras instituciones como La Corporación Universitaria Minuto de Dios, ha realizado una alianza con Uniandes para transferir y apropiar el proyecto CUIP2 [7]. También, la Universidad Mariana [8] (San Juan Pasto) identificó una transformación en el desempeño de los docentes y, de acuerdo a los estudiantes activos y egresados, se redujo la mortalidad académica en los cursos de programación de computadores.

Ámbito institucional

La Universidad Autónoma de Occidente no es ajena a la problemática impuesta por la enseñanza de asignaturas propias de las ciencias computacionales, como la informática y la programación. Desde hace 6 años ha venido realizando cambios en su metodología e incluyendo diferentes estrategias que mejoran, pero no de manera sustancial, el aprendizaje de estas asignaturas, buscando mejorar la capacidad de análisis y abstracción de los estudiantes. Se logró un pequeño avance, haciendo que los estudiantes realizarán una inmersión más juiciosa en los enunciados de los problemas propuestos, aumentando su atención en el *qué hacer*, más que en el *cómo hacer*. Sin embargo, el cambio no promovió un interés significativo entre los estudiantes por participar más activamente de su proceso de aprendizaje.

Estos ajustes se hicieron sobre dos asignaturas existentes en la Facultad de Ingeniería: Informática 1 e Informática 2, que eran de carácter obligatorio a todos los programas de la Facultad. Posteriormente aparece, en los nuevos planes de estudio, la asignatura Algoritmia y Programación, con la cual se plantean nuevas estrategias y cambios metodológicos, que permitan obtener una mayor aprehensión de los estudiantes por el estudio de esta asignatura.

El curso de Algoritmia y Programación, es un curso de 4 créditos, inicio en el periodo Julio-Diciembre de 2013, para los estudiantes de 2º semestre de los nueve programas de la Facultad de Ingeniería en sus jornadas diurnas y nocturnas. El objetivo del curso se ha planteado como: “Implementar algoritmos computacionales para abordar problemas de manejo de información, mediante el uso de los paradigmas de programación estructurada y modular, y el manejo de estructuras de datos estáticas” [9].

El curso se imparte cada semestre, para un promedio de 300 estudiantes repartidos en 15 grupos, la mayoría de los cuales se encuentran en la jornada diurna. 4 profesores de planta y 7 profesores de hora cátedra desarrollan los contenidos del curso bajo los parámetros definidos desde el área de informática.

Marco teórico

En los últimos años, en las instituciones de educación superior, se ha venido retomando la discusión acerca de la pertinencia de tener en las aulas una enseñanza tradicional o magistral, en donde el protagonista es en gran medida el docente. Se quiere adoptar una estrategia metodológica distinta, donde el objetivo de los procesos educativos está basado, más en los procesos de aprendizaje que en los procesos de enseñanza y en donde se considera como protagonista central el estudiante. Es claro que en el contexto de la educación superior, están adquiriendo importancia las metodologías docentes caracterizadas por el papel protagonista del estudiante en el reto de aprender [10].

La literatura en este sentido es muy diversa, encontrándose una amplia y variada cantidad de estrategias de metodologías activas, tales como aprendizaje basado en procesos, casos de estudio, aprendizaje basado en problemas, aprendizajes colaborativos, cooperativos o aprendizaje basado en equipos; los cuales se han tomado como referente teórico para el desarrollo de la presente propuesta.

3.1 Aprendizaje colaborativo [11]

El aprendizaje colaborativo se produce cuando los alumnos y los docentes trabajan mancomunadamente para crear conocimiento. Esta pedagogía se fundamenta en que las personas trabajen de forma mancomunada, proceso que las enriquece y las hace crecer.

Una característica representativa del aprendizaje colaborativo es el diseño intencional. Con frecuencia, los docentes invitan a sus estudiantes a reunirse en grupos a trabajar. Sin embargo en el aprendizaje colaborativo, las actividades de aprendizaje intencional deben estar estructuradas. Adicionalmente, debe existir la colaboración de los estudiantes del grupo y para el grupo, en donde los participantes deben comprometerse a trabajar juntos de manera activa para alcanzar el objetivo propuesto. Se dice que los elementos fundamentales de todos los métodos de aprendizaje colaborativo son: La interacción promotora y la responsabilidad individual

1.2 Aprendizaje cooperativo

“Es la utilización en la enseñanza de pequeños grupos para que los alumnos trabajen juntos con el fin de maximizar el aprendizaje, tanto el propio como el de cada uno de los demás” [12]

Autores como, Johnson y Smith [13], en su documento: Maximizando la instrucción a través del aprendizaje cooperativo, mencionan: “La investigación demuestra que los estudiantes aprenden más por cooperación que por trabajo competitivo o individual”. Añadiendo, que un paradigma de la enseñanza que dominó a principio de los años 1900, basado en la teoría del filósofo John Locke, establece que la mente de los estudiantes no educados se asemeja a recipientes vacíos sin ningún interés proactivo, en donde estaban, a la espera de una transferencia de conocimiento. Recientemente (años 2000), muchos docentes han empezado a generar una gran preocupación por hacer énfasis en la calidad de la enseñanza y más aún en la calidad del aprendizaje. Se mira a los estudiantes como constructores activos y transformadores del conocimiento” [13]

En varios estudios [13] se ha comparado la eficacia del aprendizaje cooperativo, competitivo (donde los estudiantes trabajan contra otros) e individualista (donde los estudiantes trabaja solos) y algunos resultados muestran que, el aprendizaje cooperativo

promueve un nivel significativamente más alto de realización individual, parece motivar el desarrollo de relaciones interpersonales positivas y promueve una mayor camaradería entre los estudiantes.

Los elementos diferenciadores de este tipo de aprendizaje, se pueden resumir de la siguiente forma:

- Interdependencia positiva.
- Responsabilidad individual.
- Interacción promovedora cara a cara.
- Uso de habilidad de trabajo en equipo.
- Progreso del grupo.

1.3 Aprendizaje basado en equipos– Team Based Learning (TBL) [14]

Esta metodología se basa en la interacción de grupos pequeños, probablemente más que en cualquiera de las otras estrategias pedagógicas de las mencionadas.

El autor indica, “La anterior afirmación se sustenta en tres hechos: Primero, con TBL el trabajo grupal se orienta a exponer y mejorar las habilidades de los estudiantes para aplicar los contenidos del curso. Segundo, con TBL, la mayor parte del tiempo de docencia en clases, es usado para trabajo grupal. Tercero, los cursos implementados con TBL, involucran típicamente múltiples trabajos y tareas grupales que han sido diseñados para mejorar los aprendizajes y promover el desarrollo de equipos de aprendizaje auto-gestionados”.

El objetivo de TBL, está más allá de solo cubrir el contenido de una asignatura y busca dar a los estudiantes, que son de diversos comportamientos (sociales, económicos, personales y familiares) la oportunidad de que puedan apropiar eficazmente los conceptos y puedan resolver problemas contextualizados. Con TBL, el tiempo en clase se invierte en asegurar que los estudiantes dominen los contenidos prácticos y conceptuales del curso, pero la mayoría del tiempo, se emplea en resolver trabajos y tareas grupales, enfocadas a que los estudiantes desarrollen competencias (habilidades) que les permita resolver situaciones que encontrarán o podrán encontrar en su futura práctica profesional.

La estrategia metodológica incluye entre otras, las siguientes consideraciones:

- Los grupos de estudiantes, estratégicamente organizados, se mantendrá invariante a lo largo del periodo que dure el curso.

- Los contenidos se organizan en grandes unidades temáticas.
- Antes de cada sesión, los estudiantes deben leer un material previamente asignado, porque cada unidad inicia con lo que se conoce como Proceso de Aprendizaje Inicial. Al inicio de la sesión se realiza una pequeña prueba, con los elementos claves de la lectura.
- Terminado el ejercicio de la prueba, los participantes proponen una solución de la misma prueba pero de manera grupal.
- Finalmente, los estudiantes reciben retroalimentación sobre la prueba presentada, con la oportunidad de apelar el resultado obtenido, mediante una adecuada sustentación de sus respuestas.

Los elementos características de esta metodología son:

- Los grupos deben ser conformados y guiados de manera apropiada.
- Los estudiantes participantes deben ser responsables por la calidad de su trabajo individual y grupal.
- Los estudiantes deben recibir retroalimentación de manera oportuna y permanente.
- Las actividades grupales, deben promover tanto el aprendizaje como el desarrollo del equipo.

Propuesta metodológica

Caracterización de estudiantes

Antes de entrar a generar una propuesta de mejora para el curso de Algoritmia y Programación, se quería tener una visión más precisa de los estudiantes del curso, considerando que hasta el momento se contaba con la percepción de diversos profesores, pero no se había realizado un estudio más formal y objetivo de la población.

En este orden de ideas, se definió como primera etapa del proyecto, realizar la caracterización de los estudiantes del curso de Algoritmia y Programación, para lo cual se definieron dos dimensiones: Personal y Académica y se consideró la población de estudiantes del curso para el periodo Enero – Julio de 2015. En total se tenían 308 estudiantes de los nueve programas de Ingeniería que ofrece la facultad, de los cuales 247 eran de Jornada Diurna y 61 de Jornada Nocturna.

Para el análisis de la dimensión personal se emplearon encuestas tanto a los estudiantes como a los docentes; para el análisis de la dimensión académica, se empleó una prueba diagnóstica donde se revisaban conceptos que aunque no son parte del curso si se emplean en el desarrollo de los ejercicios, tales como solución de expresiones matemática y lógicas, manejo de regla de tres y manejo de operaciones con porcentajes; se revisó el historial académico de los estudiantes y se plantearon algunas preguntas sobre hábitos de estudio a los estudiantes del curso.

Con base en los resultados de la caracterización se revelaron algunos elementos a tener en cuenta en la definición de la metodología a emplear en el curso: se debe buscar un acercamiento temprano a los temas del curso, de forma que los estudiantes sientan una mayor afinidad al momento de desarrollar las consignas, aprovechar los encuentros presenciales, dado que el 71% de los estudiantes emplean entre 1 y 4 horas para el trabajo independiente fuera del aula, establecer procesos que les permita a los estudiantes validar su propio conocimiento, de forma que sientan que están cumpliendo la tarea, más allá de lo que el profesor les pueda corregir, aprovechar la preferencia de los estudiantes hacia el estudio en grupo al interior de la Universidad.

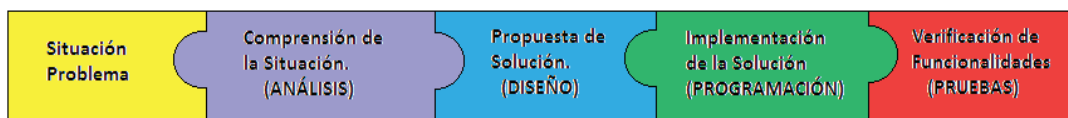
Propuesta

Una vez revisados los resultados de la caracterización y los diferentes enfoques metodológicos, se define trabajar con metodologías activas, considerando las ventajas que este tipo de metodologías ofrece para que los estudiantes participen de forma activa en la elaboración de su propio aprendizaje, lo cual se ha probado permite afianzar los conocimientos que va adquiriendo.

Específicamente se seleccionó el Aprendizaje Basado en Equipos, debido a que esta metodología particular, presenta algunas ventajas respecto a la caracterización de los estudiantes y los propósitos del curso:

1. Se prioriza el aprendizaje en grupos, los mismos estudiantes generan su procesos de aprendizaje, acompañados de otros iguales y siempre con la compañía y guía del profesor.
2. El tiempo independiente es empleado para revisión del contenido y el tiempo en el aula se emplea para el desarrollo de actividades, ejercicios, casos propuestos, etc. logrando un uso más efectivo de los encuentros presenciales.
3. Cada equipo puede avanzar a su ritmo y el profesor puede hacer explicaciones más enfocadas, casi personalizadas, sobre el trabajo que cada equipo va realizando.

Una vez hecha esta selección se plantea la estructura general del curso. Uno de los objetivos del curso es desarrollar en los estudiantes, el pensamiento analítico para la comprensión de problemas y el desarrollo de soluciones computarizadas, en este sentido es muy importante que el estudiante comprenda que desarrollar software, así sea a pequeña escala, implica, como toda labor de ingeniería, un proceso que incluye las etapas de análisis, diseño, construcción y prueba. A partir de una situación problema, indicada por el docente, el equipo de estudiantes debe realizar una etapa de Análisis, donde esclarecen el propósito del programa que deben hacer, así como elementos clave para su desarrollo; posteriormente se realiza la etapa de Diseño, en la que hace un modelo del programa que se va a desarrollar, a partir de este modelo, se desarrolla el Programa, para lo cual se requieren los elementos cognitivos asociados al lenguaje, finalmente se propone una etapa de pruebas que permite a los estudiantes verificar si su programa funciona de la forma esperada. La siguiente figura ejemplifica el proceso seguido:



Por otra parte, el curso tiene definido un contenido cognitivo que determina los elementos de programación que los estudiantes deben manejar al final del curso, estos son: Identificación y definición de variables, manejo de estructuras de secuencia, manejo de estructuras de decisión, manejo de estructuras de repetición, manejo de métodos, subprocesos o funciones y manejo de estructuras de datos estáticas (arreglos).

Se tienen entonces, dos dimensiones que considerar: por un lado, el estudiante debe mejorar sus habilidades en el proceso de desarrollo de software y por otro lado, debe comprender los conceptos requeridos.

Ahora bien, entendiendo que el proceso de aprendizaje es efectivamente un proceso, se propone llevar el curso en cuatro fases, en cada una de las cuales cada equipo desarrolla 2 ó 3 ejercicios o casos.

En la primera fase, el docente proporciona parte de los elementos de cada una de las actividades y el equipo de estudiantes debe completarlos; sin embargo, en cada momento se va entregando menos elementos hasta llegar al punto en que el equipo hiciera prácticamente todo el trabajo. Los únicos insumos que se entregan hasta el final, son los correspondientes a las pruebas, debido a que este, no es un tema real del curso. De esta forma, se plantearon los momentos que se presentan a continuación:

Fase 1: inicial

En esta fase cada equipo debe resolver 3 problemas, en esta fase se entrega: La situación problema a trabajar, 50% del análisis (requerimientos), 50% del diseño, 40% de la implementación, 100% de las pruebas que se deben aplicar.



Fase 2: intermedio

En esta fase cada equipo debe resolver 3 problemas, en esta fase se entrega: La situación problema a trabajar, 20% del análisis (requerimientos), 20% del diseño, 40% de la implementación, 100% de las pruebas que se deben aplicar.



Fase 3: avanzado

En esta fase cada equipo debe resolver 3 problemas, en esta fase se entrega: La situación problema a trabajar, No se proporciona análisis (requerimientos), No se proporciona diseño, 20% de la implementación, 100% de las pruebas que se deben aplicar.



Fase 4: experto

En esta fase cada equipo debe resolver 3 problemas, en esta fase se entrega: La situación problema a trabajar, No se proporciona análisis (requerimientos), No se proporciona diseño, No se proporciona implementación, 80% de las pruebas que se deben aplicar.



Respecto a la otra dimensión, la cognitiva, se definen los conceptos en los que se enfocará cada fase. Con el objetivo de generar algún nivel de expectativa en los estudiantes, se decide que cada uno de los casos presentados, incluya en las partes desarrolladas por el docente,

aspectos de los temas siguientes que se incorporarán en el curso. La siguiente tabla resume los conceptos desarrollados por el estudiante y el profesor.

FASE	Conceptos que el estudiante desarrolla	Conceptos entregados por el profesor
1 – Inicial	Definición de variables Lectura de Datos Escritura de Datos Estructuras de Secuencias Estructuras de Decisión (simples, dobles, múltiples)	Métodos Estructuras de Repetición
2- Intermedio	Estructuras de Repetición (con número definido y no definido de repeticiones).	Métodos Arreglos unidimensionales
3 – Avanzado	Métodos	Arreglos
4 – Experto	Arreglos (unidimensionales, bidimensionales)	

Finalmente, se propuso que los estudiantes pudieran sentir más afinidad con los ejercicios propuestos, por lo cual se emplearán temas propios de cada una de las ramas de ingeniería que se manejan en la facultad; por otra parte, se quieren generar retos a los estudiantes, así que se cambia el esquema de desarrollar ejercicios pequeños que se centran en un solo tema, para pasar a proponer casos de mayor dimensión.

Aplicación de la Propuesta

Durante el periodo Julio – Diciembre de 2015 se seleccionó un grupo de 20 estudiantes para la aplicación de la metodología propuesta.

Se definieron 5 equipos de 4 personas, estos equipos fueron conformados por el profesor, intentando que los equipos incluyeran hombres y mujeres, estudiantes con promedios variados y estudiantes de diferentes disciplinas. Para lograr una conformación más uniforme.

El proceso en cada fase, se plantea de la siguiente forma:

1. Se entregan lecturas previas donde se explican los temas que el equipo va a desarrollar en la clase.

2. En clase se emplean 15 minutos para aclarar algunas dudas que se pudieran generar a partir de las lecturas.
3. Los estudiantes de forma individual contestan un quiz con 10 preguntas de selección múltiple como control de lectura.
4. Cada equipo vuelve a contestar las mismas preguntas del quiz en un formato de raspar las posibles respuestas, en este caso se busca que el equipo determine la respuesta que consideran correcta, si no es así, deben revisar nuevamente sus conceptos y proponer otra respuesta, hasta hallar la correcta.
5. Se plantean los casos definidos para cada momento, inicialmente se entrega a los estudiantes el planteamiento del problema, cuando lo leen y comprenden, se entregan algunos requerimientos, que ellos completan y se revisan y comentan por parte del profesor hasta que estén correctos y completos, entonces se proporciona una parte del diseño que ellos deben completar, nuevamente se revisa por parte del docente hasta que se encuentre correcto, entonces se entrega parte de la implementación (programa) para que los estudiantes lo complete, cuando ellos consideran que está correcto, se entregan las pruebas para que verifiquen si es correcto.
6. Una vez que el equipo termina un caso, se entrega el siguiente caso para iniciar nuevamente el proceso.

La Evaluación

Siguiendo los lineamientos definidos para la asignatura, la evaluación de los estudiantes del curso incluye una porción de valoración individual y otra grupal.

Uno de los aspectos claves para el éxito de la metodología seleccionada, es el compromiso que los estudiantes adquieran en el desarrollo de su trabajo en equipo, entendiendo que es tiene mayor importancia el proceso seguido que la respuesta que se entrega a cada ejercicio. Para propiciar este espacio, la valoración del trabajo en equipo se incluyó como el aspecto grupal de la evaluación del curso; se emplean entonces la autoevaluación, la coevaluación y la heteroevaluación, que se realiza a través de una rúbrica que contempla los siguientes aspectos:

- Puntualidad y asistencia en clase
- Realización de trabajo independiente

- Aportes valiosos para el desarrollo del trabajo en equipo
- Disposición apropiada durante el desarrollo del trabajo en clase
- Disposición comunicativa para el trabajo en equipos

Los exámenes parciales y final, se realizan de forma individual, ya que es importante revisar el avance de cada uno de los estudiantes.

Observaciones y resultados

Como se mencionó previamente, la implementación de la metodología propuesta se ha iniciado en el semestre en curso, razón por la cual, no se tienen aún resultados definitivos; sin embargo, se presentan a continuación algunos aspectos relevantes que se han observado hasta el momento:

- Aunque los estudiantes no presentaron en ningún momento aprehensión por la conformación de los equipos de trabajo, algunos se demoraron más tiempo que otros en llegar a generar una dinámica de trabajo apropiada.
- En general se ha observado una buena disposición de los estudiantes hacia la metodología empleada, aunque algunos siguen reclamando la explicación general por parte del profesor (clase magistral).
- Llegar a la culminación de cada caso, es para cada equipo un logro, la culminación de un reto y los hace sentir muy emocionados.
- Algunos estudiantes se sintieron desamparados al momento del parcial ya que han logrado una sinergia en su equipo que les permite avanzar solamente cuando están en el equipo.
- Después del primer examen parcial, los estudiantes comprendieron la importancia de desarrollar todo el proceso de construcción de forma consiente, tomando notas y entendiendo las correcciones que hace el docente en cada punto.
- Se les enfatizó mucho en no borrar sus errores sino documentarlos, ya que estas anotaciones son las que les van a servir para estudiar.
- El nivel de asistencia es muy bueno, los estudiantes prácticamente no faltan a las clases presenciales.

- Para los docentes la construcción de casos ha implicado una labor adicional, ya que se deben buscar los ejercicios apropiados que tengan las características que se han definido en cada fase y que adicionalmente contemplen temas cercanos a las diferentes ramas de la ingeniería.

Recomendaciones y trabajo futuro

Si bien el proceso de cambio metodológico aún está en construcción, el equipo de trabajo ha empezado a delinear algunas recomendaciones para mejorar el proceso y ampliar el campo de aplicación de esta propuesta.

- Es necesario ajustar los recursos disponibles: material de lectura previo y casos de estudio, de acuerdo a los comentarios de los estudiantes y las observaciones hechas de aspectos que se les dificultan para su comprensión.
- Es preciso ajustar los instrumentos de evaluación y sus métricas, revisar con mayor precisión si el proceso evaluativo como se está desarrollando se encuentra acorde con la propuesta metodológica planteada.
- En una siguiente fase del proceso, se deben incluir un mayor número de estudiantes (otros grupos) y otros docentes, para tener mayores elementos de juicio en cuanto al éxito de la metodología.
- Es deseable contar con apoyo tecnológico que permita hacer un proceso más ágil y de mayor control, a la vez que proporcione una trazabilidad sobre el trabajo realizado por los estudiantes.
- Los resultados de esta experiencia, una vez consolidada, pueden llevar a la conformación de una comunidad académica que permita aplicar la misma metodología en otros cursos tanto de pregrado como de enseñanza media.

Conclusiones

- La aplicación de metodologías activas logra que los estudiantes se involucren más en su proceso de aprendizaje, sin embargo no es una posición a la que ellos están acostumbrados y no les resulta fácil asimilar estos nuevos procesos.
- El aprendizaje basado en equipos les permite a los estudiantes avanzar en su proceso de construcción de conocimiento con sus pares, se sienten acompañados de otro igual

con quien pueden discutir, aunque debe trabajarse mucho en lograr que cada uno de los integrantes del equipo sea escuchado y sus aportes sean considerados.

- El trabajo del docente se multiplica ya que debe repetir la misma explicación para cada equipo de trabajo, pero resulta más efectivo, ya que se da la explicación en el momento en que cada equipo encuentra la dificultad y se hace sobre el desarrolla que cada equipo ha hecho, por lo que la explicación está completamente contextualizada y así es apropiada.
- El material de lectura previo y los casos de estudio o ejercicios deben ser revisados con sumo cuidado, ya que deben entregar los elementos suficientes para que cada equipo y a su vez cada estudiante pueda desarrollar su propio trabajo.
- Los cambios metodológicos en los cursos llevan tiempo, además del tiempo requerido para su estructuración y generación de materiales; es preciso que sean aplicados a varios grupos para revisar su efectividad, tratando de eliminar variables como el docente o el mismo grupo de estudiantes.
- Contrario a lo que generalmente se piensa, los estudiantes no presentaron resistencia al cambio metodológico, por el contrario, tienen una actitud muy participativa.
- Gran parte de los cursos en las facultades de Ingeniería tienen un amplio componente práctico; en la actualidad se emplea el tiempo presencial en el aula para el desarrollo teórico, dejando que el estudiante desarrolle las prácticas en su tiempo independiente (laboratorios abiertos). El aprendizaje basado en equipos permite que el tiempo en el aula se emplee en el desarrollo de prácticas, aprovechando el acompañamiento del docente y haciendo más dinámica la clase.

Referencias

- Crescenzi, P. and Nocentini. Fully Integrating Algorithm Visualization into a CS Course. Department of systems and computer science. University of Florence. Italy.
- De La Cruz, G y Gamboa, F. Experiencias con la enseñanza de programación en ambientes colaborativos. Centro de Ciencias Aplicadas y desarrollo Tecnológico, Universidad Nacional
- Rocchi, P. Un método deductivo para la enseñanza de la informática. IBM, Education, Revista de Enseñanza y Tecnología, Septiembre-Diciembre, Roma, Italia. 2000.

Pérez, R. Una Herramienta y Técnica para la Enseñanza de la programación. Grupo de Tecnologías de la Información, División de Ingenierías en Informática Universidad Politécnica del Valle de México.

MARTINEZ, G y GAMBOA, F. Experiencias con la enseñanza de programación en ambientes colaborativos. Centro de Ciencias Aplicadas y desarrollo Tecnológico. Universidad nacional Autónoma de México (Trabajo presentado para Virtual Educa – Brasil, 2007). Autónoma de México. Ponencia presentada en Virtual Educa, Brasil. 2007.

Villalobos J. Proyecto Cupi2 - Una solución integral al problema de enseñar y aprender a programar. 10° Premio Colombiano en informática educativa. Universidad de los Andes. Bogotá – Colombia. Julio 2009.

HERRERA, Jhon F. Transferencia y apropiación del proyecto CUIP2 de Uniandes a Uniminuto. <http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs/index.php/Inventum/article/view/63/62>. Consultado 2014/03/19.

HERNANDEZ, G. MARTINES, A. PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORAS Y DIDÁCTICA: IMPACTO DEL PROYECTO CUIP2. <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacien/article/view/714>. Consultado 2014/03/19.

UAO. Programa de Asignatura Algoritmia y Programación. 2013.

ESCRIBANO, A. DEL VALLE, A. El aprendizaje basado en problemas. Una propuesta metodológica en Educación Superior. Narcea, S.A. ediciones. 2008 Madrid España.

BARKLEY, E. CROSS, P. y HOWELL, C. Técnicas de aprendizaje colaborativo. Ministerio de educación y ciencia, Centro de investigaciones y documentación educativa. Ediciones Morata, S.L. Pág. 18.

SMITH, K. “Cooperative Learning: Making ‘group work’ work”. En T.E. SUTHERLAND y C.C. BONWELL (Eds.), Using active learning in collage classes: A range of options for faculty. Pág 71.

JOHNSON, D. JOHNSON, R y SMITH, K. Maximizando la instrucción a través del Aprendizaje Cooperativo. Tomado y traducido de http://www.asee.org/pubs3/html/cooperative_learning.htm

MICHAELSEN, L. SWEET, M. Elementos esenciales del aprendizaje basado en equipos. Documento obtenido de: <http://www.teambasedlearning.org/Resources/Documents/AprendizajeBasadoenEquipos.pdf>