

PLANEACIÓN DE LA ASIGNATURA PROGRAMACIÓN I EN UN PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS A PARTIR DE LA TEORÍA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

USING MEANINGFUL LEARNING THEORY IN THE FIRST PROGRAMMING COURSE IN A SYSTEMS ENGINEERING PROGRAM

Omar Iván Trejos Buriticá

Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira (Colombia)

Resumen

El presente artículo se enmarca dentro de las experiencias obtenidas a partir del desarrollo de la tesis doctoral “Aprendizaje en ingeniería: un problema de incomunicación” del Doctorado en Ciencias de la Educación de RudeColombia – CADE, Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira (Colombia). En este artículo se destaca la experiencia de haber establecido un marco general para la aplicación de la teoría de aprendizaje significativo formulada por David Paul Ausubel en un curso introductorio de Programación de Computadores del programa de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Tecnológica de Pereira. Se presentan algunos de los resultados obtenidos y se hacen algunas reflexiones al respecto de la gran utilidad de incorporar el concepto de significado en la formación de ingenieros.

Palabras clave: aprendizaje significativo, ingeniería de sistemas, competencias para ingenieros

Abstract

This article is part of the experience obtained from the development of the doctoral thesis “Learning in engineering: a problem of incommunication” of the Science of Education PhD Degree RudeColombia – CADE, Universidad Tecnológica de Pereira. This article highlights the experience of establish a general framework to apply the meaningful learning theory formulated by David Paul Ausubel in an introductory course in computer programming in a Systems Engineering program of the Universidad Tecnológica de Pereira. It shows some results and inferences about the usefulness of incorporating the meaningful learning concept in engineer’s education.

Keywords: meaningful learning, systems engineering, engineering skills

Introducción

Desde hace algún tiempo para acá la brújula de la investigación en educación ha girado su norte hacia el aprendizaje y sus problemas asociados en el campo de la ingeniería. Los diferentes cuestionamientos respecto a la relación entre las áreas temáticas a las que se accede en ingeniería, los esfuerzos para que dicho acceso sea exitoso y los resultados en el aprendizaje, parecieran no estar en armonía.

Los resultados que se han ido obteniendo con el paso del tiempo, en diferentes pruebas de clasificación y categorización del conocimiento ingenieril, han evidenciado razones que soportan el por qué de algunos nuevos fenómenos como la deserción masiva, la interrupción de los estudios de ingeniería y los permanentes cambios de carrera que han efectuado estudiantes de programas de ingeniería.

Las condiciones socioeconómicas del país han cambiado y éstas tienen incidencia en las decisiones académicas de los estudiantes; sin embargo, no se puede negar que la manera como se accede al conocimiento en ingeniería, las metodologías utilizadas por los docentes y la distancia que éstas tienen de teorías formales de aprendizaje, también inciden en dichas decisiones académicas.

El concepto de calidad recientemente incorporado con gran vehemencia en los procesos curriculares y sus efectos colaterales, tienen que ver con estos conceptos y es esta la razón que justifica que, actualmente, el aprendizaje en ingeniería sea una preocupación que concita las voluntades de estudiantes, profesores y administrativos para que los fenómenos modernos que dificultan la culminación exitosa de estos estudios puedan ser llevados a su mínima expresión (Felleisen, 2003). Las soluciones a los problemas que se presentan en ingeniería, en su etapa formativa, se han buscado en diferentes áreas pero muchos de los esfuerzos se han concentrado en resolver dichos problemas dentro de la misma ingeniería. A partir del desarrollo de la tesis doctoral “Aprendizaje en ingeniería: un problema de incomunicación” se ha hecho una apuesta más audaz como es la de buscar dichas soluciones por fuera de la misma ingeniería.

En el presente artículo se acude a la teoría del aprendizaje significativo como soporte para llevar

al aula una estrategia que posibilite aprovechar al máximo los fundamentos que esta teoría aporta y que simplifique el camino hacia el aprendizaje en un programa de ingeniería de Sistemas (Trejos, 2004). Luego de diferentes pruebas realizadas en sendos cursos de la asignatura introductoria a la ingeniería de sistemas se ha llegado a establecer todo un marco de referencia que permite obtener logros destacables en el aprendizaje. A manera de hipótesis podría decirse que es posible mejorar sustancialmente la metodología de enseñanza en un primer curso de programación de computadores si se adoptan, se apropian y se aplican los principios del aprendizaje significativo. Tal situación podrá permitir que el tiempo destinado a una determinada asignatura se pueda aprovechar mejor y obtener mejores resultados bien sea en la suficiencia de las temáticas o bien en la profundización del mismo (Small *et al.*, 2009).

Pensar en que desde la ingeniería se acuda a teorías propias de la educación para buscar solución a los problemas de aprendizaje, es abrir la puerta para que nuevas formas de pensamiento y nuevas maneras de concepción de la relación docente – estudiante y de los procesos asociados al aprendizaje, puedan irrumpir con horizontes más promisorios en el campo de la misma ingeniería. Esto implica que se piensen en nuevas competencias del docente de ingeniería quien, dicho sea de paso, llega a ejercer la docencia por razones que no están directamente relacionadas con su perfil profesional pero sin desconocer que son los indicadores para compartir el conocimiento adquirido por el desempeño y la experiencia en el área de ingeniería.

En este artículo se presentan las experiencias derivadas de la aplicación de la teoría del aprendizaje significativo, pero esto no implica que sea la única teoría que se ha seleccionado para mejorar el aprendizaje y sus procesos asociados en el programa Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Tecnológica de Pereira en el área de Programación de Computadores. Las soluciones en educación no tienden a ser absolutas, por ello, se abre la puerta para que la valoración cualitativa de una solución compuesta sea posible dentro del objetivo de mejorar el aprendizaje en ingeniería. Teorías como el aprendizaje por descubrimiento y la Gestalt hacen también sus aportes dentro de este propósito.

En el presente artículo se hace una breve presentación, a manera de método, de la teoría del aprendizaje significativo haciendo hincapié especialmente en sus componentes y la manera como éstos pueden ser asimilados, apropiados y aplicados dentro del contexto de una asignatura técnica en un programa que proviene de las ciencias exactas como es una ingeniería. En los resultados se presenta lo que se obtuvo con la aplicación y articulación de dichos principios del aprendizaje significativo con los objetivos de una asignatura introductoria de programación tanto en términos cuantitativos como cualitativos. Finalmente, se hace una discusión del análisis de los resultados y se proponen unas conclusiones que resumen toda la experiencia.

Método

A continuación se presenta el aprendizaje significativo como teoría de aprendizaje, no solo sus tres principales componentes sino el pilar conceptual que sostiene dicha teoría. Este estudio es de tipo cualitativo e incluye variables como la definición del conocimiento previo, el nuevo conocimiento y la incidencia en la actitud del estudiante, así como sus nexos. Adicionalmente se expone un marco referencial que se ha utilizado para la aplicación del aprendizaje significativo dentro del aula en el programa Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Tecnológica de Pereira.

¿Qué es el aprendizaje significativo?

Como teoría de aprendizaje significativo se conoce la formulada por David Paul Ausubel según la cual se pretende encontrarle significado al conocimiento de manera que el ser humano pueda asociar lo que está aprendiendo con un significado que le permita retenerlo en la memoria a largo plazo (Bruner, 1969).

Ausubel (1986) propende por buscarle un significado a todo lo que se le intenta enseñar a un estudiante y, por ello, cuestiona los sistemas de enseñanza tradicionales cuando dice “los profesores suelen olvidarse de que los alumnos pueden inclinarse marcadamente al uso de términos abstractos que den la apariencia de propiedad cuando tienen que hacerlo aunque la comprensión de los conceptos fundamentales, de hecho, no exista” (Ausubel, 1986).

De acuerdo a esta sentencia, Ausubel endilga a los profesores la responsabilidad de buscar caminos que posibiliten la comprensión de los conceptos fundamentales de un área de conocimiento más no la memorización sin sentido (Huber, 2008). De acuerdo con esto, el autor destaca la importancia de la comunicación a través del lenguaje y plantea que “los conceptos que los individuos aprenden en una cultura particular están influidos por el vocabulario y la estructura del lenguaje a que han sido expuestos en esa cultura” (Ausubel, 1986) con lo cual reafirma la necesidad de aproximar el conocimiento a la cultura propia del estudiante y no de distanciarlo.

En síntesis, Ausubel busca que el estudiante sea un protagonista en el proceso de aprendizaje y no un simple espectador cuando afirma que “en el aprendizaje significativo se hace énfasis en la participación activa del estudiante y en la creación de ambientes de aprendizaje que estimulen a que los estudiantes hagan conexiones con el material aprendido” (Ausubel, 1986), de donde se puede deducir la gran importancia entre lo que los estudiantes reciben y las conexiones que se pueden hacer a partir de dicho material (Bruner, 1991).

La teoría del aprendizaje significativo pretende encontrar un camino que le posibilite al estudiante, a partir de los conocimientos ya adquiridos, tener todos los elementos para que se tenga la motivación suficiente que permita establecer relaciones entre lo que ya se conoce y lo nuevo que se vaya aprendiendo. “La esencia del proceso del aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario y sustancial con lo que el alumno ya sabe” (Ausubel, 1986).

De aquí que para Ausubel conocimiento previo, nuevo conocimiento y actitud del estudiante conforman la esencia misma de lo que el formuló como aprendizaje significativo, todo ello a partir del concepto general de significado como el gran catalizador del conocimiento. “La esencia del aprendizaje significativo es el concepto de significado y sus pilares son el conocimiento previo, el nuevo conocimiento y la actitud del estudiante que se basa en la motivación y la capacidad de establecer relaciones entre el conocimiento previo y el nuevo conocimiento” (Ausubel, 1986).

En su teoría, el autor establece que lo más importante en el proceso de aprendizaje es lo que el estudiante

ya sabe. De otra parte destaca la motivación como elemento primordial en lo que califica como la actitud del estudiante (Graham, 2009). De la misma manera resalta la necesaria capacidad que se debe despertar en el estudiante para que, de manera autónoma, pueda establecer relaciones entre lo que ya sabe y las cosas nuevas que espera aprender.

A todo esto se debe decir que Ausubel no desconoce el significado semiótico del conocimiento cuando afirma que “en el momento en que se establecen los significados iniciales de los signos o símbolos de los conceptos en el proceso de formación de conceptos, el Aprendizaje Significativo nuevo proporcionará significados adicionales a los mismos y se adquirirán nuevas relaciones entre los conceptos previamente aprendidos” (Ausubel, 1986) y de esta manera deja abierta la posibilidad para que, a la luz de una autonomía natural, el mismo ser humano vaya buscando y encontrando nuevos significados a su conocimiento.

Componentes del aprendizaje significativo

Sin desconocer los elementos de juicio que desde la psicología hacen sus aportes para fundamentar la teoría del aprendizaje significativo, es de anotar que ésta parte de tres componentes que, articulados, posibilitan un camino más expedito para que se alcancen los objetivos de aprendizaje dentro de un determinado curso. El conocimiento previo, el nuevo conocimiento y la actitud del estudiante, corresponden a los tres componentes fundamentales del aprendizaje significativo, todo ello dentro del marco del concepto de significado.

Como conocimiento previo se entiende el conjunto de conceptos, experiencias, razonamientos y juicios que un estudiante tiene al momento de participar activamente en un proceso de aprendizaje y, a través del cual, accede a un conocimiento específico dentro de un área determinada (García, 2009). Los conceptos que forman parte del conocimiento previo corresponden a todo el conjunto de teorías, modelos y patrones que se encuentran almacenados en la memoria bien sea esta a largo plazo (aquellos conceptos que han sido aprendidos hace mucho tiempo), o bien a corto plazo, (aquellos conceptos que se han adquirido recientemente).

Las experiencias que forman parte del conocimiento previo son principalmente aquellas que han generado un nivel de recordación superior en el ser humano al punto que han quedado plasmadas en la memoria a largo plazo. Vale la pena tener esto en cuenta para los procesos de aprendizaje. Los razonamientos van de la mano de la lógica tanto formal como informal.

La lógica formal tiene su base en la matemática y la lógica informal en los procesos culturales que giran alrededor de la participación del ser humano en la sociedad desde que nace hasta que muere. La lógica informal podría considerarse como el resultado de la influencia del entorno sobre una determinada persona aunque ello no descarta que algunos elementos de juicio, en la lógica informal propia de alguien, sean producto de razonamientos espontáneos y personales de manera exclusiva.

Los juicios son el resultado de la aplicación de la lógica informal en determinadas situaciones y complementa el conjunto de componentes que forman el conocimiento previo. Esto implica que cuando un estudiante llega a nuestro salón de clases, ya sabe algo no solo de la temática propia de sus estudios sino de otras temáticas académicas y personales.

El segundo componente del aprendizaje significativo corresponde al nuevo conocimiento, a ese conjunto de nuevos elementos de juicio y nuevos saberes que llegan a fortalecer, cuestionar o reemplazar el conocimiento que se traía pero que, en todo momento, su existencia está signada por la relación que tenga con el conocimiento previo. El nuevo conocimiento tiene un tiempo de vida corto ya que producto de las relaciones y nexos que se pueden establecer, se convierte en conocimiento previo puesto que el conocimiento como tal, es profundamente dinámico mucho más en un ambiente tan ágil a lo que a información respecta, como el actual.

El nuevo conocimiento es el oxígeno que airea el conocimiento previo, que lo cuestiona para verificar su validez, que lo pone a prueba para determinar su permanencia y que lo evalúa para descartarlo. El nuevo conocimiento es el generador del conocimiento previo y posibilita la construcción de relaciones dinámicas dentro de un área específica de la vida humana.

El tercer componente corresponde a la actitud del estudiante que, en su más simple expresión, está compuesta por dos elementos: la motivación y la capacidad de establecer relaciones entre el conocimiento previo y el nuevo conocimiento. La motivación puede definirse como la voluntad explícita de participar activamente en un proceso de aprendizaje sometiéndose a todas las actividades a que haya lugar y manteniendo siempre una mirada crítica sobre el avance dentro de dichos procesos.

La motivación va de la mano de la capacidad que tenga el docente para inducir al estudiante a poner toda su voluntad en pro de un determinado proceso de aprendizaje y de la mano del estudiante para encontrar en la temática académica la motivación que el docente quiere poner a su disposición. Esa articulación entre las actividades que propone el docente, y la voluntad del estudiante es lo que permite que la motivación entre en la escena académica dentro de un proceso de aprendizaje. Algunos autores como Skinner y Rogers, sugieren que la motivación es responsabilidad absoluta del docente. Otros autores como Ausubel (1986) y Bruner (1989) proponen una articulación entre la voluntad del estudiante y las propuestas del docente para que la motivación emerja como resultado y genere los efectos esperados. Teóricamente, el estudiante solo aprende aquello que tenga un significado y frente a lo cual esté debidamente motivado para establecer relaciones entre el conocimiento previo y el nuevo conocimiento. Esta es la piedra angular del aprendizaje significativo según su autor.

Ahora bien, es del resorte del docente buscar caminos para que el estudiante pueda establecer relaciones entre el conocimiento previo y el nuevo conocimiento de manera autónoma aunque esto no descarta que el alumno cuente con el acompañamiento del docente dentro de un proceso de aprendizaje y con unos objetivos claramente definidos. El conocimiento se dinamiza en la medida en que el estudiante adquiera la competencia de establecer relaciones y nexos lógicos entre el conocimiento previo y el nuevo conocimiento de manera que éste modifique, cuestione y evalúe a aquel dentro del contexto de las necesidades nacientes del mundo, de lo cual se deriva la gran relación que tiene el aprendizaje significativo con los procesos de aprendizaje en un programa de ingeniería.

Marco de aplicación de la teoría del aprendizaje significativo en un curso introductorio de programación de computadores

A partir de la inmersión bibliográfica en el tema de la teoría del aprendizaje significativo y de sus aplicaciones, así como de los aportes que a esta teoría han hecho desde lo práctico diferentes investigadores y grupos de investigación, se ha desarrollado un conjunto de actividades dentro del marco de la tesis doctoral “Aprendizaje en ingeniería: un proceso de incomunicación” que apuntan a aprovechar al máximo esta teoría de aprendizaje significativa evaluándolas en sus resultados y aplicándola en el primer curso de introducción a la programación de computadores.

El marco de aplicación de esta teoría se ha refinado desde el I semestre del año 2009 hasta el II semestre del año 2011 y es precisamente este el tema que se quiere exponer y compartir en este artículo. Los cursos en los cuales se ha aplicado este marco de referencia son, todos, cursos de la asignatura Programación I del programa Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Para los efectos a que haya lugar como elemento investigativo se aclara que la población estudiantil que ha participado en la apropiación y aplicación de los pilares de la teoría del aprendizaje significativo es mayormente masculina, proporción que se mantiene en general en todos los cursos del programa en mención. La conformación de los grupos que han participado en la adopción y aplicación de esta metodología inspirada en la teoría del aprendizaje significativo se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Conformación de los grupos

Semestre	Estudiantes
I 2009	26
II 2009	27
I 2010	25
II 2010	28
I 2011	23

A partir de la profundización, apropiación y aplicación de la teoría del aprendizaje significativo, se adoptó la siguiente metodología:

- La asignatura Programación I se ha dividido en quince temas específicos que coinciden con cada una de las dieciséis semanas en las que esta dividido el semestre, teniendo una semana de soporte para compensar días que por algún motivo se puedan perder. El corpus general de la asignatura se ha dividido en tres grandes temas: fundamentos, lenguaje de programación y desarrollo de aplicaciones, cada uno con un objetivo específico.
- En cada semana se cuenta con tres sesiones para servir la asignatura, dos de estas sesiones son teóricas y una de ellas es práctica, razón por la cual se desarrolla en una sala de computadores con la colaboración de un monitor
- La primera sesión de cada semana se destina, de manera exclusiva, al desarrollo de tres actividades dentro del aula: exposición magistral, desarrollo de ejercicios y espacio para la opinión y el debate tanto en temas propios de la asignatura como en temas que viven los estudiantes por fuera del salón de clases y que son importantes porque forman parte de su mundo vivencial así no tengan una relación directa con la temática de la asignatura Programación I
- Las temáticas que se definieron para cada semana se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Temáticas definidas por semana

Programación I		
Tema	Sem.	Temática
Fundamentos	1	Presentación, “otredad”, paradigmas
	2	Historia, conceptos, programación funcional
	3	Tipos de datos, expresiones y datos
	4	Notación convencional, notación polaca
	5	El concepto de función y documentación
Lenguaje de Programación	6	Funciones, entradas y salidas (I/O)
	7	Condicionales
	8	Recursividad
	9	Cadenas
	10	Métodos numéricos
Desarrollo de Aplicaciones	11	Enunciado completo – 1ª aproximación
	12	Enunciado completo – datos
	13	Enunciado completo – funciones
	14	Enunciado completo – recursos
	15	Enunciado completo – presentación
	16	Dudas e inquietudes del semestre

- En cada semana y sesión se han definido unos objetivos de aprendizaje específicos que al inicio de cada semana y de cada sesión se les informa y explica a los estudiantes, todo ello dentro del marco que proporcionan los objetivos generales de la asignatura.
- Las evaluaciones y pruebas parciales se programan acorde con las temáticas y los tiempos establecidos para cada una. La primera sesión de cada semana se hace una prueba escrita de la temática vista en la semana inmediatamente anterior. Como toda la asignatura está dividida en tres grandes secciones, las pruebas escritas que equivalen a evaluaciones

parciales se hacen en la primera sesión de las semanas 6^a, 11^a y 16^a, es decir, inmediatamente han terminado las cinco semanas que se destinan para cada sección e incluyen todo el tema visto en la sección inmediatamente anterior.

- La evaluación final de toda la asignatura incluye una parte teórica y una parte práctica con la misma proporcionalidad a nivel porcentual. La tabla 3 muestra una propuesta de asignación de porcentajes a las diferentes pruebas.

Tabla 3. Valoración de pruebas

Programación I			
Tema	Sem.	Prueba	%
Fundamentos	1		
	2	Quiz	5
	3	Quiz	5
	4	Quiz	5
	5	Quiz	5
Lenguaje de Programación	6	1° Parcial	10
	7	Quiz	5
	8	Quiz	5
	9	Quiz	5
	10	Quiz	5
Desarrollo de Aplicaciones	11	2° Parcial	10
	12	Quiz	5
	13	Quiz	5
	14	Quiz	5
	15	Quiz	5
Evaluación Final		Teoría	10
		Práctica	10
T o t a l			100

- Se hace hincapié en que la evaluación final se realiza en la fecha que la institución indique. No se descarta la realización de evaluaciones cortas de carácter práctico para ser desarrollados en la sala de computadores ni tampoco se descarta, dependiendo del rendimiento del grupo, la realización de estas pruebas dentro de una misma semana
- Inmediatamente terminada una sesión se les envía a los estudiantes, por correo electrónico, un material escrito o no por el docente que incluye la temática que se acaba de ver en la sesión.

- Las actividades que se incluyen en cada sesión van desde las sesiones de debate dentro del salón hasta actividades lúdicas, todas ellas orientadas a fortalecer el aprendizaje teniendo en cuenta características propias del cerebro.
- Con la realización permanente de evaluaciones cortas en la primera sesión de cada semana se pretende que los estudiantes estén, todo el semestre, atentos a su propio avance e inmersos en su proceso de aprendizaje, todo esto acompañado de un conjunto de estrategias que posibiliten

generar una buena motivación entre los mismos alumnos en relación con las temáticas de la asignatura. También se busca que el estudiante tenga consciencia clara en relación con la importancia de las pruebas cortas pues en conjunto tienen la valoración mas alta

- Las evaluaciones cortas se han diseñado acudiendo a cualquiera de las formas de planteamiento de pruebas escritas aunque su diseño no está restringido exclusivamente a que tenga que ser por mecanismos escritos. Pruebas orales o cualquier otra estrategia también puede ser adoptada.
- Se diseñan evaluaciones cortas cuya resolución se pueda estimar en unos veinte o treinta minutos, no más de allí pero tampoco menos. Se promueve entre los alumnos la conformación de parejas de estudiantes, eso sí, con la condición de que es el profesor, a partir del rendimiento de los alumnos, quien conforma las parejas lo cual implica que el docente conozca y sepa mucho mas de sus estudiantes que lo que conoce normalmente.
- En cada sesión, al plantear el objetivo y el tema de manera específica, se presentan explícitamente los conceptos previos que se necesitan para comprender el tema y se expone de manera muy somera y ágil los conceptos principales que se deben tener claros para abordar el tema.
- Durante la exposición magistral se hace una presentación explícita de lo que se considera, a la luz de las temáticas definidas en el contenido de la asignatura, el nuevo conocimiento y se establecen criterios para que el mismo estudiante entienda y asimile las razones por las cuales deben considerarse así determinada temática.
- En la sesión, en la parte magistral, se establecen criterios que permiten al estudiante cuestionar y plantear relaciones y nexos entre lo que se definió como conocimiento previo y lo que se presentó como nuevo conocimiento y, sobre esta base, se hacen preguntas provocadoras para que el alumno se arriesgue a replantear y a cuestionar lo que se ha visto en la sesión.
- A lo largo de la sesión se adoptan estrategias que posibiliten una motivación permanente en los estudiantes y algunas de ellas pueden llegar a ser tan revolucionarias que su inesperada ejecución permite a los estudiantes, y más directamente a su cerebro, procesar lo que se ha visto bajo el nombre

de conocimiento previo y nuevo conocimiento y es allí en donde el cerebro empieza a desarrollar las competencias necesarias para establecer criterios propios y autónomos entre uno y otro.

- Todas las actividades se realizan desde una óptica de cercanía comunicacional entre el docente y el alumno, de forma que, siempre el alumno sienta la confianza de manifestar que lo que no ha entendido y de preguntarlo tantas veces como lo considere necesario hasta que le quede claro.
- En algún momento, dentro de la clase se acude por parte del docente o por parte de los alumnos por designación del docente, al humor como mecanismo de distensión temática y entonces cuenta algún “chascarrillo” que genere unos segundos de recomposición en la comprensión de los temas.
- Tanto las pruebas cortas como las pruebas parciales se resuelven en el tablero de manera que los alumnos sepan en qué se equivocaron, no obstante, a cada alumno se le dice, personalmente, en qué se equivocó y qué debe mejorar.
- Para el desarrollo de las actividades prácticas que se realizan en la sala de computadores se cuenta con la presencia de un monitor o alumno avanzado que ha sido seleccionado, bajo criterio del docente, de entre los mejores alumnos del semestre inmediatamente anterior. Este es uno de los factores que más generan motivación entre los alumnos.
- Se posibilitan espacios de asesoría personalizada entre el docente y los estudiantes aunque el autor de este artículo ha adoptado la metodología de llegar una hora antes del inicio de la clase, aprovechando que es a primera hora, para que los alumnos que lleguen temprano puedan tener un espacio adicional para resolver sus inquietudes.
- A lo largo del semestre, y en determinadas sesiones, se plantean temas de discusión que no son propios de la temática de la asignatura pero que tienen que ver, de una u otra forma, con los alumnos se escuchan opiniones de tres o cuatro estudiantes y se invita a que alguno manifieste sus convergencias o discrepancias todas ellas dentro del respeto por la opinión diferente.
- Todas las tareas o ejercicios que quedan pendientes, se solicitan en la fecha en que se programaron y no se posterga su entrega bajo ninguna condición

normal dado que situaciones de orden público o situaciones naturales extremas pueden alterar el calendario, pero nunca por voluntad simple ni del docente ni del alumno.

- El autor de este artículo ha adoptado también la consigna de que sus estudiantes sepan que, salvo situaciones de extrema gravedad y totalmente ajenas a su voluntad, siempre estará una hora antes de que inicie la clase.
- Todos los temas se explican por asociación con la vida práctica y con situaciones y vivencias que los mismos alumnos han experimentado, en una búsqueda permanente de significado permitiendo que ellos encuentren variantes en los ejemplos y que sugieran nuevos ejemplos.
- Se hace uso de las preferencias de gusto de los estudiantes para diseñar los ejemplos y los ejercicios. Para ello, al inicio del curso, se obtiene una información de cada estudiante en donde se consigna su libro, película, artista, música y sitio Internet favorito, con ello se obtiene no solo un perfil infante de la manera como los alumnos conciben el mundo de hoy sino de sus preferencias de pensamiento.
- En algunos momentos de cada sesión, se abren espacios breves de opinión y se les pregunta a los alumnos por algo que tenga que ver con sus preferencias. Para ello, en cada sesión se lleva la hoja resumen en donde se consignaron las respuestas que los estudiantes entregaron al inicio del curso.

Resultados

Para la evaluación de los resultados de la aplicación de este marco de referencia de la teoría del aprendizaje significativo se ha diseñado un instrumento de recolección de información que permite obtener del estudiante su opinión anónima acerca de la metodología utilizada. Este instrumento se aplica al finalizar el curso aproximadamente hacia la semana 15, ya que en ese momento el alumno tiene una panorámica más clara de lo que ha hecho o de lo que ha dejado de hacer. En esencia lo que se hace es preguntar al estudiante su calificación acerca de las variantes que se han incorporado en el desarrollo de la asignatura y su efecto dentro de su propio proceso de aprendizaje. En cada pregunta

se deja espacio para que el alumno no solo pueda calificar cada ítem sino que pueda manifestar su opinión personal al respecto. De esta forma, se puede hacer tanto un análisis cuantitativo como cualitativo del proceso y refinar un poco más las inferencias a que haya lugar.

En este artículo, por razones de extensión física, se deben omitir los resultados cuantitativos y los gráficos estadísticos dado que presentarlos implica hacerlo más extenso; por esta razón solo se van a presentar algunas de las inferencias cualitativas que se han obtenido a partir de los datos tabulados que originaron las respuestas que fueron obtenidas con el instrumento. Es esta misma razón de la extensión física la que no posibilita la presentación detallada del instrumento. Para los estudiantes fue bastante enriquecedor tener claro el objetivo de cada semana y de cada sesión y, especialmente, conocerlo al inicio de la semana o de la sesión. Esto, según su opinión, les permite fijarse un norte y saber hacia dónde conduce, tanto en lo teórico como en lo aplicativo, el conjunto de conocimientos que se les está sirviendo desde una asignatura.

La división de la asignatura en las tres partes les ha parecido coherente pues van desde lo teórico hacia lo aplicativo. La subdivisión en tres partes de la asignatura, cada semana con tres sesiones y cada sesión con tres tipos de actividades les permite encontrar un sentido triádico que les induce a pensar más en esquemas basados en tres posibilidades que el mundo binario que normalmente viven; esto lo han destacado los estudiantes. Las clases magistrales, los ejercicios y los debates, en conjunto, constituyen espacios diferentes en donde el estudiante se siente muy cómodo de una parte para adquirir unos conocimientos, de otra parte para practicarlos y, finalmente, para confrontarlos con sus propias formas de reflexionar o con conocimientos que ya hubiera adquirido en otros cursos.

La organización temática que se presenta en la tabla 2, a pesar de ser tan secuencial, ha sido de gran utilidad pues, según la opinión de los alumnos, les ha permitido tener siempre un norte claro hacia donde apuntar en materia de aprendizaje. La fijación de las fechas de parciales desde la primera sesión del curso, así como su valoración, le permite al estudiante

articular objetivos con porcentajes y establecer, para sí mismo, una estrategia con la cual va a enfrentar y a abordar la asignatura. La permanente diversificación de las pruebas evaluativas genera en el estudiante una motivación permanente acerca de la manera como será realizada la próxima evaluación. El envío de material electrónico, especialmente el que ha escrito el profesor en formato de artículo, ha sido recibido con gran satisfacción pues para los estudiantes significa mucho leer un buen documento cuyo autor es el docente que tiene al frente.

El hecho de hablarles de modelos de preferencias de pensamiento permite que el estudiante se motive un poco más, según sus palabras, a conocerse a sí mismo y a aprovechar las potencialidades que tiene y que, a veces, ni siquiera el mismo sabe. De la misma manera, conocer un poco más acerca del modelo de preferencias de pensamiento permite que el alumno se involucre frontalmente en su proceso de aprendizaje consciente de sus capacidades y de sus limitaciones (Del Moral, *et al.*, 2010). La estimación de tiempo en las pruebas escritas así como la socialización de sus objetivos con los alumnos, del tiempo que tienen para resolverlo, de la fecha de entrega de la prueba con su respectiva calificación y de los criterios de valoración, constituyen un gran fundamento para el estudiante dado que sabe a qué se atiene y como puede aprovechar sus capacidades y conocimientos para resolver, de la mejor de las formas, las pruebas escritas.

Los estudiantes valoran el hecho de que la exposición magistral sea ordenada y muy metódica y les llama la atención el discurso propio del docente pues combina ejemplos de la teoría puramente técnica con situaciones de la vida práctica, todo ello dentro del contexto de la ingeniería. El factor motivacional es muy importante para el alumno y valoran todos los esfuerzos que hace el docente para motivarlos frente a la asignatura. La buena relación entre el docente y los alumnos, a lo largo del semestre, es vital ya que ellos sienten, según sus respuestas, que tienen confianza para preguntarle al docente lo que no entienden y además se sienten comprometidos a alcanzar un buen rendimiento académico, producto de ese nivel de comunicación y cercanía que perciben con el docente.

El hecho de resolver todas las pruebas en el tablero, luego de haber sido presentadas, aclara muchas inquietudes y los alumnos valoran la suficiencia de conocimiento que notan en el docente. El trabajo en la sala es vital para llevar a la práctica lo que ven en la teoría y es muy importante para los estudiantes la presencia de un alumno avanzado que oficie como monitor. La asesoría personalizada es altamente valorada por los alumnos y tratan de aprovecharla al máximo a pesar de que no siempre tienen tiempo para asistir a ella. El planteamiento de temas ajenos a la asignatura pero que son de gran actualidad es un factor que ha llamado poderosamente la atención de los estudiantes y les ha permitido conectar el mundo académico con el mundo real dentro del aula de clases.

El cumplimiento de las fechas de entrega de las tareas que quedan pendientes ha resultado ser muy importante para los alumnos, incluso para aquellos que no las han entregado porque esto denota gran seriedad y compromiso por parte del docente. Destacan del docente su gran puntualidad pues siempre llega al salón una o media hora antes de la hora de clases. Significa para los estudiantes que no se falte a clases; igualmente para ellos significa que se les explique la razón por la cual una determinada clase no se pudo dictar y que ellos verifiquen que obedeció a razones de fuerza mayor.

Los ejemplos son cercanos al pensamiento de los jóvenes del curso pues se han desarrollado a partir de la información personal que se obtiene de ellos al principio. Les ha gustado ver el nombre de su artista favorito en un ejemplo de programación. Los espacios de opinión resultan ser de gran utilidad pues tienen la posibilidad, y cada vez la usan mas, de manifestar libremente su pensamiento acerca de un determinado tema.

Esto también les induce, según sus palabras, a aceptar opiniones divergentes con sus propias opiniones. Los resultados académicos han sido interesantes pues la mortalidad académica se ha disminuido acorde con la información que se presenta en la tabla 4.

Tabla 4. Relación de mortalidad académica

Semestre	Cantidad alumnos	Pasaron	Promedio pasaron	perdieron	Promedio perdieron
I 2009	26	20	4.2	6	2.2
II 2009	27	21	4.2	6	2.1
I 2010	25	21	4.3	4	2.4
II 2010	28	24	4.3	4	2.4
I 2011	23	20	4.4	3	2.5

En esta tabla se puede ver que en cada semestre se han ido disminuyendo la cantidad de estudiantes que pierden el curso y aunque la proporción pareciera mantenerse de todas formas llama la atención el hecho de que, cuantitativamente, el número de estudiantes sea menor. De otra parte los promedios han sido calculados sumando las notas de los estudiantes que ganaron el curso y dividiendo el valor entre la cantidad de estudiantes que lo pasaron. Se ha hecho lo propio con los que perdieron el curso, se ha calculado el promedio sumando las notas de los que perdieron y dividiendo el valor obtenido entre la cantidad de estudiantes que perdieron.

Si bien los promedios pueden llegar a tener varias lecturas desde diferentes ópticas cuantitativas, no deja de llamar la atención el hecho de que el promedio de los que pasaron va en ascenso a través del tiempo. De igual forma sucede con el promedio de los que perdieron pues también parece tener una tendencia hacia el aumento. Esto podría interpretarse, si se quiere, en el sentido que es posible que en algunos pocos semestres es posible que nadie pierda y que las notas, si éstas son concebidas como el reflejo del proceso de aprendizaje, sean favorables para todo el grupo. Llama la atención la tendencia en ambos promedios a través de los semestres.

Discusión

Tanto la metodología adoptada como las actividades que se han incorporado en la asignatura Programación I están inspiradas en la teoría del aprendizaje significativo que induce a pensar en la gran importancia no solo de poder establecer relaciones entre el conocimiento previo y el nuevo conocimiento sino a desarrollar la competencia de

establecer nexos entre ambos tipos de conocimiento (Serrano, 2010). Si bien estos resultados cuantitativos y cualitativos se han obtenido de un solo curso a lo largo del tiempo, no deja de llamar la atención el avance cuantitativo de los resultados obtenidos y su mejora con el tiempo a partir de la incorporación de la teoría de aprendizaje significativo como soporte para la asignatura en mención.

El principio de comunicación cercana con los estudiantes posibilita tanto la motivación como factor fundamental en un proceso de aprendizaje, como el hecho de poder conocer un poco mas de ellos de manera que se puedan diseñar estrategias y actividades que utilicen el lenguaje y los íconos que habitualmente existen en la vida de los alumnos de hoy. Este tipo de experimentos tienen la particularidad de permitir conocer un poco mejor al curso con el cual se hagan las pruebas y, si se persiste en la aplicación de determinada metodología o de determinada teoría, se pueden llegar a obtener resultados positivos o negativos, todo ello siempre tratando de mantener una óptica crítica frente al proceso para que éste se pueda retroalimentar de la misma experiencia que el docente va acumulando.

Pareciera ser especialmente importante que en los programas de ingeniería se mire hacia las teorías de la educación, y particularmente hacia las de aprendizaje, las formas que se han refinado para compartir el conocimiento de manera que el acceso a éste tenga un camino más llano que el que parecieran proporcionar las llamadas ciencias exactas y sus métodos cuantitativos asociados. Es posible que el diseño de algunos instrumentos invite a que éstos sean revisados una y otra vez de forma que se puedan refinar y que sirvan como un vehículo de mayor confiabilidad para el levantamiento de

la información, sin embargo, los instrumentos utilizados muestran unos resultados que invitan a la reflexión tanto de manera directa como de manera comparativa.

Conclusiones

Sin desconocer que este es un tema infante en el mundo de los procesos de enseñanza y aprendizaje en ingeniería pues solo hasta ahora se están buscando soluciones a los problemas que en dichos procesos se han detectado, la propuesta que se ha desarrollado a partir de la teoría del aprendizaje significativo no solo deja muchas enseñanzas a los alumnos sino también a los docentes y su abordaje, desde una teoría de aprendizaje, es su aporte al tema de la formación de ingenieros. Para el profesor el hecho de establecer nexos, desde una óptica muchas veces crítica, entre conocimientos previos y nuevo conocimiento le permite oxigenar su propio conocimiento y de esta manera hacerlo llegar con un aire nuevo a los alumnos. Para los alumnos la capacidad de poder establecer de manera autónoma dicha relación le permite ver la utilidad práctica y la aplicación del conocimiento y, de esta manera, buscar nuevos caminos en la búsqueda de significado dentro de su propio contexto de vida.

La comunicación entre docentes y alumnos se convierte en un factor determinante que promueve la

motivación frente al conocimiento y específicamente frente al área que se esté estudiando y fortalece los nexos académicos y los objetivos de aprendizaje entre uno y otro. La búsqueda permanente de estrategias de aprendizaje, el estudio a fondo de una teoría de aprendizaje y la aplicación práctica de dicha teoría dentro de un contexto tecnológico permite que se no solo se pueda refinar el mismo conocimiento en ingeniería sino que además se puedan mejorar las formas como dicho conocimiento se puede llevar a los estudiantes.

La relación de un conocimiento puramente técnico con estrategias modernas de aprendizaje permite que el estudiante conozca nuevas formas de dimensionarlo, de comprenderlo y de aplicarlo como una manera de articularse en el contexto de una sociedad moderna como la que él mismo vive y es por eso que dicha relación se fortalece cuando se encuentran mayores aplicaciones en la vida práctica en concordancia con situaciones que habitualmente el alumno vive. La búsqueda de significado posibilita que el conocimiento se evalúe de manera permanente y que lo que vaya quedando obsoleto se cuestione al punto de que se pueda mejorar o simplemente se llegue a desechar tal como ha sucedido con muchas teorías tanto cuantitativas como cualitativas que con el paso del tiempo y el advenimiento de la sociedad moderna han ido quedando obsoletas.

Referencias

- Ausubel, David. (1986). *Sicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México, Editorial Trillas.
- Bruner, J. (1969). *Hacia una teoría de la instrucción*. Manuales Uteha, N° 373. México, Editorial Hispanoamericana.
- Bruner, J. (1991). *Actos de significado, más allá de la revolución cognitiva*. Madrid, Alianza Editorial.
- Graham, Elkin; Cone, Malcolm H.; Jianqiao, Jim L. (2009). Chinese pragmatism and the learning organization. *The Learning Organization: An International Journal*, Vol. 16, N° 1, pp. 69 – 83.
- Felleisen, Mathias; Findler, Robert; Flatt, Mathew; Krishnamurthi, Shriram (2003). *How to design programs. An introduction to programming and computing*. The MIT Press, Cambridge, Massachussets.
- García, Ligia y Zapata, Claudio (2009). El diseño de unidades didácticas para la enseñanza en Ingeniería. Experiencia de la Universidad Autónoma de Manizales. *Revista Educación en Ingeniería*, N°8, Diciembre, pp. 83-92.
- Small, Gary W.; Moody, Teena; Siddarth, Prabha; Bookheimer, Susan (2009). Your brain on google: patterns of cerebral activation during Internet searching. *American Journal of Geriatric Psychiatry*. Vol. 17, N° 2, pp. 116-126.
- Huber, Günter L. (2008). *Aprendizaje activo y metodologías educativas*. Universität Tübingen. Institut für Erziehungswissenschaft. *Revista de Educación*, número extraordinario, pp. 59-81
- Del Moral, Mª Esther; Cernea, Doina Ana y Villalustre, Lourdes (2010). *Objetos de aprendizaje 2.0: Una*

nueva generación de contenidos en contextos conectivistas. RED, Revista de Educación a Distancia, N°. 25, Diciembre, pp. 1-11.

Serrano G., María; Solarte, Norma C., Pérez R., Diego y Pérez R., Álvaro (2010). Hacia un modelo pedagógico

integrado aplicado en la asignatura de materiales de construcción. Revista Educación en Ingeniería, N°.9, Junio, pp. 21-26.

Trejos, Omar (2004). Fundamentos de programación. Manizales, Editorial Papiro.

Sobre el autor

Omar Iván Trejos Buriticá

Ingeniero de Sistemas. Especialista en Instrumentación Física. Magister en Comunicación Educativa. Candidato a, PhD en Ciencias de la Educación. Docente de planta del programa

Ingeniería de Sistemas y Computación de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira (Colombia).
omartrejos@utp.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.