



# **CONSTRUCCIÓN DE MICRO-COMUNIDADES DE CONOCIMIENTO DENTRO DE LOS PROCESOS DE META-COGNICIÓN PARA APOYO DE ESTUDIANTES REZAGADOS**

**Eduardo A. Gerlein, Juan Manuel Cruz, Jairo Alberto Hurtado**

**Pontificia Universidad Javeriana  
Bogotá, Colombia**

**Luis Roberto Rivera**

**Pontificia Universidad Javeriana Cali  
Cali, Colombia**

## **Resumen**

Una preocupación recurrente en educación es poder enseñar y lograr aprendizaje significativo en todos los estudiantes dentro del salón de clase, sin distinción de los acercamientos propios de aprendizaje. Sin embargo, en los diferentes grupos de clases, comienzan a aparecer estudiantes sobresalientes que generalmente logran captar conceptos y temáticas con gran facilidad, y así mismo aplicar tales nuevos conceptos a problemas y situaciones propuestas en clase. Infortunadamente, de forma simultánea, aparecen estudiantes rezagados, cuyo desempeño en los exámenes es deficiente y que además se alejan del grupo a medida que el periodo académico avanza, y al final reprobaban la asignatura. Algunos de estos estudiantes muestran características similares a estudiantes sobresalientes tales como motivación y dedicación para estudiar los temas vistos, sin embargo, los resultados en evaluaciones se muestran desfavorables. En algunos raros casos, una serie de tutorías personalizadas fuera del salón de clase puede aportar gran beneficio a tales estudiantes. Sin embargo, la carga para el profesor puede volverse inmanejable en la medida en que se aumente el número de cursos a su cargo. El presente artículo muestra una metodología basada en la creación de micro-comunidades de conocimiento y trabajo colaborativo dentro del salón de clase que permite al profesor detectar los casos críticos de estudiantes

rezagados en etapas tempranas del periodo académico, incluso antes de las primeras evaluaciones. Así mismo, esta metodología permite atender especialmente las necesidades de tales estudiantes, sin retrasar el desarrollo del currículo y de esta manera atender personalmente a estudiantes rezagados y potenciar a los estudiantes sobresalientes. Finalmente, la metodología privilegia la construcción colectiva de conocimiento, permitiendo que los procesos de meta-cognición en estudiantes sobresalientes sean entendidos y heredados en muchos casos por estudiantes menos aventajados. Este artículo mostrará resultados comparativos en el curso de Fundamentos de Circuitos Electrónicos, basados en resultados de evaluaciones parciales y análisis de encuestas cualitativas con estudiantes.

**Palabras clave:** micro-comunidades; aprendizaje significativo; construcción colectiva

### **Abstract**

*One of the most recurring concerns among teachers is to be able to achieve meaningful learning in all the students regardless their particular learning approaches. In every group of students always appear those outstanding characters who are able to pick new concepts and topics in a relatively easy way, and demonstrate to be capable of applying those new ideas to solve problems and proposed situations in the classroom. As opposed to them and simultaneously, there are some lagging students who obtain deficient results in tests and evaluations from the beginning, and also present a noticeable incremental delay as long as the course advances, which in turn will derive in a failed final result. Most of these so called lagged students also present characteristics similar to outstanding students such as a high level of motivation and strong will to review the course topics and to study outside the classroom, nevertheless their evaluations show poor results. In some cases, personal mentoring outside the classroom might benefit those students that appear to be left behind. However, the work load for the teacher can be prohibitive as long as the courses get larger and the number of courses taught increments. This paper discusses a classroom methodology based on the construction of knowledge micro-communities and collaborative learning, which allow the teacher to identify those critical cases of lagged students at early stages in the academic period, even before the first evaluation occurs. The discussed methodology allows the teacher to help those students without delaying the course curricula while at the same time potentiate the individual learning approaches. The methodology gives more personal attention to those who require more time and novel ways to explain the new topics without leaving out the exceptional students. Finally, the methodology encourage a collective building of knowledge, allowing that the meta-cognition processes present in those above average students to be understood and in most cases inherited by less advanced pupils. This paper discusses the results over midterm evaluations using the methodology and an analysis of surveys proposed to students at the end of the course.*

**Keywords:** knowledge micro-communities; meaningful learning; collaborative learning

## 1 Introducción

Los desarrollos en ciencia y la tecnología y las aplicaciones de ingeniería han impactado a la sociedad y sus individuos a niveles muy profundos. A pesar de tales avances, los conceptos básicos en muchas asignaturas de ingeniería se mantienen relativamente estables. Estas asignaturas fundamentales han mantenido sus contenidos temáticos por muchos años, y hoy en día aún deben ser aprendidos por estudiantes de ingeniería como requisitos insustituibles para acceder a áreas mucho más avanzadas de conocimiento. Contrariamente a las temáticas relativamente estables de tales asignaturas fundamentales, las nuevas generaciones de jóvenes aspirantes a ingenieros si han modificado en gran medida su cultura, idiosincrasia y valores. Para muchos profesores con relativa antigüedad en el oficio de la enseñanza, tales diferencias resultan evidentes en cohortes de pupilos de un año a otro, y mucho más evidente en cohortes distanciadas por varios años. Irónicamente, las estrategias pedagógicas a nivel universitario parecen en muchos casos mantenerse anacrónicas, situadas en modelos educacionales del siglo XIX (Jamieson & Lohmann, 2009). Reconocer los cambios generacionales en los estudiantes contemporáneos debe ser un motivador taxativo en la búsqueda de nuevos modelos de enseñanza más acordes a las necesidades de aprendizaje de los jóvenes que atienden a nuestras instituciones de educación superior. El objetivo fundamental será entonces adaptar las prácticas pedagógicas a nivel de educación superior para responder a las mentes jóvenes que requieren aproximaciones al conocimiento mucho más dinámicas e intrínsecamente motivantes (Crawley, Malmqvist, Ostlund, & Brodeur, 2007; National Academy of Engineering, 2005).

Un ejemplo de estos avances pedagógicos en asignaturas fundamentales de ingeniería se describe en Gerlein, Cruz y Hurtado (2016). Este estudio presenta una metodología de enseñanza aplicada al curso de Fundamentos de Circuitos Eléctricos en la Carrera de Ingeniería Electrónica de la Pontificia Universidad Javeriana, fundamentada en el desarrollo de problemas de alta complejidad en el salón de clase y eventos evaluativos frecuentes. Esta metodología ha sido enmarcada en teorías educativas contemporáneas de motivación (Jones 2009) y pedagogías de *engagement* (Smith, Sheppard, Johnson, & Johnson, 2005), donde se pretenden ambientes de clase que privilegian la participación activa del estudiante, en donde el aprendizaje significativo es el resultado de la interacción de las capacidades intelectuales propias con el ambiente (Wood, Bruner and Ross 1976), proponiendo actividades en el salón de clase que dan especial importancia al esfuerzo y la dedicación en el estudio (Dweck 2007). Adicionalmente, la metodología discutida en el presente artículo, genera un ambiente de clase que ofrece a los alumnos retos de alta complejidad, mientras se motiva la instrucción por pares (Mazur 1997) en la creación de micro-comunidades de conocimiento. Dicha metodología, adicionalmente, busca facilitar la integración de conceptos en la estructura mental – una teoría que Ausubel (1960) denominó aprendizaje significativo – y la construcción de patrones mentales mediante la solución de ejercicios de alta complejidad en grupos de trabajo. Como se mostró en Gerlein, Cruz y Hurtado (2016), la práctica sostenida de esta metodología ha generado un incremento del 25% en el promedio general de las calificaciones en las evaluaciones parciales frente a los resultados de semestres anteriores.

El presente artículo amplía la discusión sobre la metodología anteriormente descrita, mostrando cómo ésta ofrece al docente la posibilidad de observar de cerca el proceso individual de cada estudiante, sin detrimento del avance colectivo del grupo. La metodología propuesta permite identificar tempranamente –inclusive antes de conocer los resultados de las primeras evaluaciones parciales– aquellos casos de estudiantes que se ven rezagados bien por falta de motivación o bien porque requerirían más tiempo invertido en explicaciones teóricas para un entender los temas del curso.

## 2 Descripción de la metodología

La metodología propuesta ha sido implementada en el curso de Fundamentos de Circuitos Eléctricos en la carrera de Ingeniería Electrónica. La asignatura, motivo de este artículo, es un curso fundamental dentro del plan de estudios de la carrera donde se enseñan herramientas básicas para el análisis de circuitos distribuidas en cinco capítulos. La metodología propuesta está compuesta de un ciclo de tres etapas iterativas que se repiten en cada uno de los capítulos del curso. La primera etapa consiste en una presentación de los fundamentos teóricos de cada uno de los temas, la segunda etapa consiste en el trabajo colaborativo de los estudiantes para la resolución de problemas de alta complejidad y finalmente la tercera etapa consistente en los eventos evaluativos. A continuación, se describirá en detalle la dinámica propuesta en cada una de las etapas mencionadas.

### 2.1 Primera etapa: presentación

La presentación de los temas en cada uno de los capítulos corresponde a la etapa inicial del proceso. En particular, en esta primera fase se utiliza una metodología tradicional cuyo objetivo es ofrecer al estudiante una visión general de los conceptos en los cuales se fundamentan los temas del capítulo, acompañándolos con ejemplos de aplicación de baja complejidad. Cabe resaltar que, no se espera que en esta etapa los estudiantes logren comprender con profundidad las diferentes temáticas, sino más bien introducir los nuevos temas y permitirle al estudiante familiarizarse con el tema y generar sus propias preguntas. La comprensión, apropiación y, finalmente la consecución de aprendizaje significativo sucederá en las etapas posteriores.

Un punto vital de esta metodología es lograr que sea motivante para el estudiante. Al respecto es importante potenciar los diversos factores motivacionales internos y externos (Jones, 2015). En primera medida, el estudiante debe percibir que incrementa sus conocimientos, por tanto, la nueva información es explícitamente relacionada con temas anteriores. En segunda medida, se desea que el estudiante perciba la utilidad y aplicabilidad de los temas nuevos para solucionar problemas definidos anteriormente. Estas dos condiciones facilitan que la temática del curso pueda ser presentada siguiendo una secuencia lógica para el estudiante la cual es una condición importante para la obtención de aprendizaje significativo (Ambrose, Bridges, DiPietro, Lovett, & Norman, 2010). Finalmente, se busca exponer el significado (el por qué) y el sentido (el para qué) de los contenidos, así como su relación con otras temáticas posteriores en su plan de estudios.

Como se ha mencionado, se ha escogido una metodología magistral para la primera etapa. Existen varias técnicas de presentación de contenidos de manera motivante, como el uso de técnicas alternativas de instrucción como la descrita en Ambrose *et al* (2010) o tecnologías novedosas discutidas por Jones (2009). Cabe resaltar que, sin importar la metodología utilizada, en esta etapa se busca privilegiar un tiempo de exposición lo más limitado posible. En general, esta fase en cada uno de los cinco capítulos del curso ocurre en dos o tres sesiones de clase de dos horas (un máximo de 30% del tiempo total de clase).

## **2.2 Segunda etapa: resolución de problemas mediante aprendizaje colaborativo**

La segunda etapa para cada uno de los capítulos del curso está fundamentada en el aprendizaje colaborativo dentro del salón de clase (Doolittle, 1997). Los estudiantes son enfrentados a problemas de alta complejidad que los obligan a interactuar con sus compañeros, monitores y el profesor. La metodología busca que exista una interacción y se comparta el conocimiento dentro de pequeños equipos de trabajo, lo que se conoce como *micro-comunidades de conocimiento* (Panitz 1996). Estos grupos de trabajo surgen de manera espontánea, y su tamaño varía de un curso a otro, y de una sesión a otra. El profesor quién posee el control del proceso de aprendizaje en una metodología tradicional, pasa a ser un interlocutor más de estas comunidades. Es en el trabajo al interior de los pequeños grupos donde se evidencian los procesos de aprendizaje significativo.

La literatura en educación en ingeniería discute dinámicas de trabajo en grupo llamadas pedagogías de *engagement* (Smith et al., 2005). La conformación de las micro-comunidades al interior del salón de clase, permite que los estudiantes se identifiquen entre sí como compañeros de trabajo, donde tanto la autoridad como la responsabilidad en los resultados es compartida. Durante las sesiones de talleres, se motiva la discusión entre los miembros de un mismo grupo. Si las dudas persisten, se motivará la discusión entre los distintos equipos de trabajo. El profesor requiere que aquellos estudiantes que han resuelto algún problema que está generando dudas en otro grupo, que exponga no solo la manera de solucionarlo sino el proceso de pensamiento que utilizó para llegar a la solución.

Con esta metodología, los estudiantes son sujetos activos en el proceso de aprendizaje, pues les permite un mejor procesamiento interno de la información (discriminación, referencia, reestructuración y asimilación) (Newstetter & Svinicki, 2014). Los estudiantes encaminan su esfuerzo a explorar nuevos caminos y herramientas para encontrar respuestas a las problemáticas propuestas, donde se privilegia la investigación, los descubrimientos personales, debates y búsqueda de diferentes soluciones sobre el problema o tema tratado. El avance general del curso se verifica por el tipo y calidad de preguntas que surgen clase a clase.

Por otro lado, el rol del profesor es clave para facilitar la dinámica del curso. En primer lugar, el profesor tiene un papel de observador del avance de cada uno de los individuos al interior de las micro-comunidades. Es aquí donde es posible detectar aquellos estudiantes rezagados que parecen no avanzar a la misma velocidad con el grupo o estudiantes con evidente carencia de motivación. Como se mencionó anteriormente, la

evaluación debe llevarse a cabo constantemente en todas las etapas del proceso del curso, de ésta forma es posible identificar falencias a tiempo, para así tomar las acciones correctivas cuando es necesario, no dejando acumular problemas menores en grandes e insolubles encrucijadas a medida que la complejidad del curso aumenta.

### 2.3 Tercera fase: evaluación frecuente

Finalmente, el modelo propuesto concluye con eventos evaluativos tan frecuentemente como sea posible. Como se mencionó anteriormente, los contenidos temáticos del curso de Fundamentos de Circuitos Eléctricos están agrupados en cinco capítulos. Para este curso en particular, se proponen un total de 10 evaluaciones durante el semestre, correspondientes a dos exámenes por cada uno de los capítulos. Cada evaluación se compone de un ejercicio de alta complejidad que permita verificar no solo los conceptos del capítulo, sino que adicionalmente deberá integrar todos los temas tratados anteriormente en el curso de forma incremental. Aunque se proponen 10 evaluaciones parciales, solo se computan cinco de ellas para obtener la calificación final. La primera evaluación parcial en cada capítulo es obligatoria. Sin embargo, la segunda de ellas es opcional, y será manejada a manera de recuperación para aquellos estudiantes que deseen presentarla.

Un número elevado de evaluaciones motiva a los estudiantes a mantener un ritmo de trabajo constante a lo largo del periodo académico, en contraste con los picos de trabajo evidenciados en el modelo generalizado de dos evaluaciones parciales y un examen final. El modelo de evaluaciones de recuperación permite además generar una cultura de autoevaluación de resultados y procesos durante todo el curso. Aunque las evaluaciones son resueltas en clase a manera de *feedback*, las calificaciones son entregadas después de la fecha de la evaluación de recuperación. De esta manera se fuerza a que la decisión de presentar el segundo examen del capítulo sea el resultado de un proceso de reflexión individual en cuanto a lo aprendido y la ejecución del examen en sí, mas no en la simple reacción a los resultados obtenidos.

### 2.4 Diseño de talleres de alta complejidad

Tal y como se ha mencionado en Gerlein, Cruz y Hurtado (2016), una crítica común por parte de los estudiantes, en el modelo tradicional de 2 exámenes parciales y un examen final, es la diferencia evidente entre la baja complejidad de los ejercicios utilizados como ejemplos de clase o problemas de libros de texto, y la alta complejidad de los ejercicios propuestos en las evaluaciones parciales. Lo anterior se explica por varias razones: primero, el diseño de una buena evaluación comprensiva que permita verificar el aprendizaje significativo de los estudiantes no es una tarea trivial. Segundo, se requiere de gran experiencia y una dosis de creatividad lograr que los ejercicios de las evaluaciones no solo abarquen los conceptos vistos en clase, sino que además no sean triviales y requieran un nivel superior de análisis. Tercero, los procesos meta-cognitivos utilizados por el profesor para diseñar una evaluación, y su posterior solución, son difícilmente enseñados en clase. Y cuarto, los ejemplos de clase y ejercicios de libros de texto están orientados al desarrollo de habilidades específicas sobre un tema en particular, o diseñados para ilustrar una herramienta o tema determinado.

En este orden de ideas, para evitar esta diferencia entre los ejercicios de parciales y los ejercicios de clase, el insumo principal de los talleres son las evaluaciones parciales de semestres anteriores. En contraste con aproximaciones tradicionales, el desarrollo de los parciales antiguos no se propone como trabajo individual en casa. Por el contrario, durante las sesiones de la segunda etapa, los estudiantes desarrollan las evaluaciones parciales en las micro-comunidades de conocimiento, organizadas de manera libre. En las sesiones de trabajo los estudiantes podrán utilizar el tablero para resolver ejercicios, se preguntan y responden dudas mutuamente y finalmente se comparan resultados. Las soluciones de los ejercicios son obviadas deliberadamente. Los estudiantes deben verificar la correcta solución de los problemas mediante comparación con sus pares y llegando a consenso. Sin embargo, el profesor en su rol de observador, debe estar atento a orientar cuando aparezca de forma generalizada algún procedimiento o resultado equivocado, dando pistas paso por paso, o realizando explicaciones adicionales.

### **3 Resultados de la implementación de la metodología**

Anteriormente, en Gerlein, Cruz y Hurtado (2016) se discutió cómo la metodología de clase descrita ha impactado positivamente en los resultados del curso en general, con una mejora de un 25% en promedio durante los tres semestres en donde el modelo de clase ha sido aplicado. Adicionalmente, se observa en promedio una mejoría de un 13% en las calificaciones obtenidas en la segunda evaluación del capítulo (examen de recuperación) comparada con la primera. Esto sugiere que los estudiantes logran integrar de mejor manera los conceptos nuevos del curso. Más allá de lo positivo de estos resultados por si mismos, tales datos son el reflejo de dos áreas en donde la metodología presenta grandes ventajas frente a métodos de enseñanza tradicionales: la atención a estudiantes rezagados y la percepción que tiene el curso de la metodología implementada.

#### **3.1 Atención a estudiantes rezagados**

En general, las calificaciones deficientes de un curso se afectan en promedio por las notas obtenidas por los estudiantes rezagados. En tanto los estudiantes rezagados mejoren sus calificaciones como resultado de un aprendizaje significativo, las calificaciones generales se verán a su vez incrementadas. Estudiantes más aventajados y dedicados tendrán buenos resultados sin importar la metodología de curso utilizada. Infortunadamente, tales ambientes de clase tradicionales no permiten atender las necesidades particulares de estudiantes rezagados de forma natural. En metodologías enteramente magistrales, por ejemplo, los estudiantes rezagados son generalmente atendidos fuera del salón de clase durante horas de acompañamiento personal, pues realizarlo durante las clases puede derivar en una indeseable demora en el cronograma del curso. Esta situación se ve contrarrestada por la metodología discutida en el presente artículo.

Las sesiones de trabajo en grupo presentan una oportunidad sin igual de observar en tiempo real los procesos de aprendizaje. Como se ha mencionado anteriormente, las pocas sesiones teóricas previas a las sesiones de trabajo colaborativo deben incluir

ejemplos de baja complejidad. Es de esperarse que los estudiantes, al enfrentarse por primera vez un problema de alta complejidad como el de una evaluación parcial, presenten una gran cantidad de dudas. Mediante los mecanismos de aprendizaje colaborativo e instrucción por pares, finalmente los estudiantes del curso logran despejar tales dudas y resolver un primer ejercicio. A partir de este momento, las dudas disminuyen en la medida en que solucionan cada uno de los parciales propuestos. Finalmente, el curso logra resolver todos los ejercicios llegando a un consenso de solución, momento en el cual se propone la evaluación del capítulo.

La metodología de trabajo en grupo permite identificar aquellos estudiantes rezagados en etapas tempranas del curso, incluso antes de las primeras evaluaciones. El profesor tiene la posibilidad observar el avance en cada una de las micro-comunidades de conocimiento y en cada una de ellas identificar aquellos individuos que no se conectan en la discusión del grupo; por ejemplo, estos individuos o bien no proponen soluciones, sus hojas de trabajo permanecen en blanco o, por el contrario, reiteradamente solicitan ayuda a sus compañeros. De esta manera, el profesor podrá trabajar de cerca con estos individuos, monitoreando su trabajo, ampliando explicaciones y reforzando conceptos, mientras atiende dudas con los demás grupos de trabajo. Así, es posible potenciar el aprendizaje de estudiantes que requieren mayor atención en temas particulares, con la certeza de que el resto del curso avanza en la solución de los problemas. Se espera que esta atención adicional impactará positivamente en los resultados de las evaluaciones de tales individuos.

Por otro lado, cabe resaltar que esta metodología también puede potenciar el aprendizaje de estudiantes aventajados. Dado que la dinámica entre las micro-comunidades de conocimiento se basa en la discusión paso a paso de las soluciones a los problemas propuestos, generalmente los estudiantes aventajados encuentran respuestas a las dudas primero que sus compañeros. De esta manera, se anima a tales estudiantes a compartir con los demás la solución alcanzada, para que no solamente afronten satisfactoriamente el proceso de resolución de un problema, sino que se conviertan en sujetos activos al tratar de explicar a otros. Así, el proceso les permite a estos estudiantes ir más allá de la solución a un problema, pues les brinda la posibilidad adicional de afianzar el proceso meta-cognitivo mediante el cual se llega a pensar una solución determinada. Resulta interesante observar cómo los estudiantes pasan iterativamente por los distintos roles, preguntando y compartiendo una solución, varias veces en una sesión.

### **3.2 Percepción de los estudiantes**

El segundo factor que impacta positivamente los resultados de un curso es la percepción positiva que tienen los estudiantes sobre el curso en sí. En la medida en que un individuo se encuentre motivado a asistir a las clases, desarrollar las actividades propuestas, este individuo aprovechará en mayor medida las oportunidades de construcción colectiva de conocimiento al interior de los grupos de trabajo y así mismo podrá enfrentarse a los eventos evaluativos con una disposición más favorable (Jones, 2015). Como resultado adicional a lo descrito anteriormente, se han realizado encuestas de percepción sobre la metodología a 29 estudiantes de ingeniería electrónica, aplicadas al final del curso. El instrumento en cuestión tiene como objetivo conocer el

nivel de aceptación de las distintas actividades del curso, la motivación y la percepción de aprendizaje. A continuación, se discutirán los resultados obtenidos en la encuesta realizada.

Frente a la pregunta: “¿Considera que la metodología del curso beneficia el aprendizaje significativo?”, la calificación obtenida en promedio fue de 4.9 sobre 5.0 con una desviación estándar de 0.3. Este resultado muestra la valoración que los estudiantes hacen de su aprendizaje al finalizar del curso. La alta calificación obtenida supone que los estudiantes reconocen que se han apropiado adecuadamente los contenidos del curso. Esta pregunta va atada a un segundo interrogante que compara la metodología utilizada de la siguiente manera: “Comparada con metodologías tradicionales (clases magistrales y trabajo en casa), considera la metodología del curso: mucho peor (1), peor (2), igual (3), mejor (4) o mucho mejor (5)”. La calificación obtenida en promedio fue de 4.8 con desviación de 0.4. El alto resultado de la pregunta muestra el gran nivel de aceptación de los estudiantes hacia la metodología, incluso sobre modelos de clase tradicionales a los cuales ya están acostumbrados. Algunas de las respuestas argumentativas que acompañaron estas preguntas mencionaban: “la clase es *didáctica y poco común, ayuda a motivar*”, “es mejor porque al hacer el trabajo en clase (haciendo parciales) hay una mejor posibilidad de entender ya que el profesor está acompañando al estudiante”, “se aprende mejor cuando estamos constantemente resolviendo ejercicios y no solo viendo al profesor realizarlos. Al hacer grupos, la clase se vuelve más dinámica y aprendemos diferentes formas de resolver un problema al escuchar a nuestros compañeros”, “esta aproximación a una clase quita la presión de las evaluaciones y hace que al llegar al parcial pueda hacerse más tranquilamente. Propone un reto para uno mismo si se quiere hacer el parcial sin apoyo de algún apunte o fórmula, pero es más gratificante cuando se hace”, “la metodología ayuda al estudiante a presentar interés y motivación al enfrentar problemas de la asignatura, al no tener soluciones o solucionarios, hace que nos reunamos y discutamos soluciones, de este modo nosotros mismos buscamos y aprendemos haciendo”, “porque al no saber la respuesta, comienzas a realizar los ejercicios, si te equivocas te das cuenta de tu error y no lo vuelves a repetir y si respondes correctamente te aprendes mejor el procedimiento para realizar los ejercicios”.

Adicionalmente, se propone la pregunta: “el nivel de ansiedad con el que se enfrenta a las evaluaciones en el curso de Fundamentos de circuitos eléctricos es: muy bajo (1), bajo (2), indiferente (3), alto (4) muy alto (5)”? la cual obtuvo una calificación promedio de 3.1 con una desviación estándar de 1.1. Los estudiantes manifiestan que en general se enfrentan a las evaluaciones parciales con menor tensión que en otras asignaturas (algo que en sí, es motivo de una investigación posterior). Esto es el resultado de resolver exámenes parciales de semestres anteriores y por tanto se conoce de antemano la complejidad de la evaluación, así como las competencias disciplinares que requieren. Los estudiantes han reconocido que el hecho de resolver un parcial anterior reduce en gran medida la ansiedad generada por eventos evaluativos en donde el factor sorpresa y la presión suelen ser enemigos de los buenos resultados. Aunque tal hecho es una cuestión de percepción, se puede reconocer que a su vez beneficia que los alumnos afronten los parciales como un reto. Adicionalmente se pregunta: “¿Considera que los resultados en sus calificaciones reflejan sus conocimientos de los temas vistos en

*la asignatura?*", que a su vez obtuvo una calificación de 4.3 con desviación estándar de 0.8, lo que implica que los estudiantes reconocen que la calificación obtenida en sus evaluaciones mide efectivamente su desempeño en un tema particular, situación que frecuentemente es presentada como queja por parte de alumnos quienes consideran precisamente lo contrario, es decir, que sus conocimientos son superiores a lo que una calificación baja pueda decir del aprendizaje. Este último resultado sugiere que la frustración por los resultados obtenidos es baja.

Como se ha mencionado anteriormente, el ritmo de trabajo que impone la metodología es constante durante todo el periodo académico con evaluaciones parciales frecuentes que en este caso corresponde a un total de 10. Sin embargo, a la pregunta *"la cantidad de trabajo en el curso en relación con los créditos de la asignatura es: muy bajo (1), bajo (2), suficiente (3), alto (4), excesivo (5)"*, los estudiantes han calificado en promedio 3.0 con desviación estándar de 0.3. Esta percepción es muy importante pues refleja que los estudiantes se sienten satisfechos con la cantidad de trabajo propuesto. Una percepción de trabajo excesivo o por el contrario muy poco con relación a la cantidad de créditos correspondientes en una asignatura impactará directamente en la motivación de la clase. Así mismo, manifestaron una motivación para asistir a las clases teóricas calificada en promedio de 4.7 con desviación estándar de 0.6, y una motivación para asistir a las sesiones de trabajo colaborativo en promedio de 4.3 con desviación estándar de 0.8. Efectivamente durante los semestres donde se ha implementado la metodología, la asistencia a clase nunca ha sido inferior al 80%, lo que implica un reconocimiento por parte de los estudiantes de la importancia de ambas etapas del proceso. Esta situación cobra especial relevancia en las sesiones de trabajo colaborativo, donde a pesar de que los alumnos saben de antemano que no se avanzará en el tema del curso, ellos y ellas asisten con regularidad poniendo especial empeño en resolver tantos ejercicios como sea posible en una sesión de clase.

Como se observa en los resultados de las encuestas realizadas, en general el factor de percepción positiva del curso ha aumentado en los semestres donde se ha implementado la metodología descrita en el presente artículo. La actitud adecuada con la que los estudiantes llegan a clase es un factor clave que, para lograr un aprendizaje significativo de los temas del curso, sino que además abre la posibilidad de que los alumnos vayan profundizando en temáticas no contempladas en el syllabus de la asignatura.

#### 4 Conclusiones

En el presente artículo se ha discutido la implementación de una metodología de clase para el curso de Fundamentos de Circuitos Electrónicos de la carrera de Ingeniería Electrónica en la Pontificia Universidad Javeriana. La metodología de clase presenta tres etapas que se repiten en cada uno de los capítulos de la asignatura: presentación de contenidos, una segunda etapa de resolución de problemas de alta complejidad mediante trabajo colaborativo e instrucción por pares, y finalmente, una tercera etapa de evaluaciones frecuentes llegando a alcanzar hasta 10 exámenes durante el semestre. La aplicación de la metodología discutida en el presente artículo ha sido

ajustada después de sucesivas cohortes, observado una mejora en promedio de un 25% en los resultados del curso frente a cohortes anteriores enfrentadas a metodologías de clase tradicionales. Adicionalmente, la metodología permite identificar a estudiantes rezagados en etapas tempranas del curso y ofrecerle un seguimiento individual al proceso. El trabajo cercano con estudiantes rezagados no impacta el desarrollo del cronograma del curso pues el curso avanza de manera natural y los tiempos establecidos para sesiones de trabajo y evaluaciones parciales se mantienen según lo acordado al comenzar el semestre. La metodología requiere un trabajo constante en el diseño de evaluaciones parciales frecuentes y un seguimiento generalizado del avance de los distintos grupos de trabajo al interior del salón de clase. Un trabajo futuro se centrará en la exploración de metodologías novedosas que potencien el entendimiento de los temas y la adición de un componente de laboratorio práctico para reforzar los conceptos teóricos.

## 5 Referencias

- D.P. Ausubel. 1960. The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material. *J. Educ. Psychol.* 51 (1960), 267–272.
- Carol S. Dweck. 2007. The Perils and Promises of Praise. *Contemp. Class. Readings Educ.* 65, 2 (2007), 34–39.
- Eduardo A. Gerlein, Juan M. Cruz, and Jairo A. Hurtado. 2016. Comparación del aprendizaje en la asignatura de circuitos eléctricos mediante uso de problemas de alta complejidad y evaluación frecuente. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería - ACOFI 2016*. Cartagena, Colombia, 1–10.
- Eric Mazur. 1997. *PEER INSTRUCTION: A User's Manual*, Upper Saddle River, USA: Prentice Hall.
- Ted Panitz. 1996. Definition of Collaborative vs. Cooperative Learning. (1996). Retrieved June 27, 2016 from [http://colccti.colfinder.org/sites/default/files/a\\_definition\\_of\\_collaborative\\_vs\\_cooperative\\_learning.pdf](http://colccti.colfinder.org/sites/default/files/a_definition_of_collaborative_vs_cooperative_learning.pdf)
- D.J. Wood, J.S. Bruner, and G. Ross. 1976. The role of tutoring in problem solving. *J. Child Psychiatry Psychol.* 17, 2 (1976), 89–100.
- Ambrose, S. A., Bridges, M. W., DiPietro, M., Lovett, M. C., & Norman, M. K. (2010). *How learning works: Seven research-based principles for smart teaching*: John Wiley & Sons.
- Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., & Brodeur, D. (2007). Rethinking engineering education. *The CDIO Approach*, 302.
- Doolittle, P. E. (1997). Vygotsky's zone of proximal development as a theoretical foundation for cooperative learning. *Journal on Excellence in College Teaching*, 8(1), 83-103.
- Jamieson, L. H., & Lohmann, J. R. (2009). *Creating a Culture for Scholarly and Systematic Innovation in Engineering Education: Ensuring U.S. Engineering has the right people with the right talent for a global society*. Retrieved from Washington, D.C: American Society of Engineering Education:

- Jones, B. D. (2015). *Motivating students by design: Practical strategies for professors*. Charleston, SC: CreateSpace.
- National Academy of Engineering. (2005). *Educating the Engineer of 2020: Adapting Engineering Education to the New Century*. Washington, DC: National Academies Press.
- Newstetter, W. C., & Svinicki, M. D. (2014). *Learning Theories for Engineering Education Practice*. In A. Johri & B. M. Olds (Eds.), *Cambridge Handbook of Engineering Education Research* (pp. 29-46). New York, NY: Cambridge University Press.
- Smith, K. A., Sheppard, S. D., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2005). *Pedagogies of engagement: Classroom-based practices*. *Journal of Engineering Education*, 94, 87-101.

---

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

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)