

#### Cómo citar el artículo

Palacios Correa, P.A. & Rico Mesa, E.M. (2016). Estudio de caso del ambiente de aprendizaje generado en un curso de introducción a la robótica. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 47, 173-190.

Recuperado de <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/749/1275>

## Estudio de caso del ambiente de aprendizaje generado en un curso de introducción a la robótica\*

Case Study of the Learning Environment Derived from a Robotics Introduction Course

Etude de cas de l'environnement d'apprentissage dérivé d'un cours d'introduction à la robotique

\*Este artículo es producto de una investigación para optar al título Especialista en Pedagogía de la Virtualidad de la Católica del Norte Fundación Universitaria (Medellín-Colombia), la cual contó con el aval del Grupo de Investigación Automatización, Comunicaciones Industriales y Pedagogía y Energía Alternativas (GACIPE) del SENA.



**Paula Andrea Palacios Correa**

Trabajadora Social y Psicóloga  
Especialista en Pedagogía de la Virtualidad  
Candidata a Magister en Educación y Desarrollo Humano  
Docente del programa Trabajo Social de la Corporación Universitaria Minuto de Dios  
Asesora Pedagógica Virtual SENA  
Integrante de Grupo de Investigación GACIPE  
paula.palacios@misena.edu.co

**Edgar Mario Rico Mesa**

Ingeniero Electrónico  
Magister en Ingeniería área automatización  
Candidato a Doctor en Ingeniería  
Líder de SENOVA del CTM del SENA Regional Antioquia  
Director del Grupo de Investigación GACIPE  
edgarmrico@gmail.com

**Recibido:** 16 de abril de 2015

**Evaluado:** 26 de octubre de 2015

**Aprobado:** 27 de enero de 2016

**Tipo de artículo:** Investigación científica y tecnológica

**Resumen**

Este artículo presenta un estudio de caso del ambiente de aprendizaje generado, en un curso de introducción a la robótica, con la implementación de los modelos pedagógicos constructivista social y tradicional en la formación de estudiantes de primer semestre de Tecnología en Mecatrónica. El propósito fue comparar estos ambientes de aprendizaje generados, teniendo en cuenta los estilos de personalidad de los estudiantes y evaluando, al final, el nivel de conocimiento que adquirieron en los temas relacionados con robótica.

Los participantes de este estudio fueron 30 estudiantes: 17 con pedagogía tradicional y 13 con pedagogía constructivista. La recolección de datos se realizó mediante la evaluación de conocimiento, encuesta socioeconómica, prueba MIPS y guías de registro de observación participante.

El ambiente de aprendizaje de pedagogía constructivista social desarrolló un clima más propicio para el aprendizaje individual y grupal, reflejándose en la apropiación teórica y práctica por parte de los estudiantes. Además, el trabajo en equipos colaborativos generó metas motivacionales comunes y permitió el desarrollo

de habilidades sociales y comunicativas, teniendo en cuenta valores como el respeto, la responsabilidad y la solidaridad. En las pruebas finales de conocimiento, los estudiantes de la pedagogía constructivista social superaron ampliamente a los de la pedagogía tradicional en el tema relacionado con lógica de programación y en el área de circuitos.

**Palabras clave**

Ambiente de aprendizaje, Pedagogía constructivista social, Pedagogía tradicional.

**Abstract**

This article presents a case study of the learning environment derived from a robotics introduction course, by implementing social constructivist and traditional pedagogical models for educating students of first year of a Mechatronics Technology program. The purpose was comparing these two environments, by considering the types of personality of the students and by evaluating the level of knowledge they acquired from the subjects related to robotics at the end of this course.

Thirty students participated in this study: 17 students following a traditional pedagogy and 13 of them following constructivist pedagogy. Data

collection was performed through evaluating knowledge, socio-economic survey, MIPS test and observation register guides of participants.

The learning environment of social constructivist pedagogy developed a more proper climate for individual and group learning, which can be seen in the theoretical and practical appropriation of the students. Additionally, the collaborative teamwork resulted in motivational common goals and allowed the development of communicational and social skills, considering values such as respect, responsibility and solidarity. In the final tests of knowledge, the students of social constructivist pedagogy widely surpassed to these of traditional pedagogy in subjects related to programming logic and circuits.

### Keywords

Learning environment, Social constructivist pedagogy, Traditional pedagogy.

### Résumé

Cet article présente une étude de cas de l'environnement d'apprentissage dérivé d'un cours d'introduction à la robotique, avec l'implémentation du modèle pédagogique constructiviste social et traditionnel dans l'éducation d'étudiants du premier an de Technologie en Mécatronique. L'objectif est de comparer ces environnements d'apprentissage, en considérant les types de personnalité des

étudiants et en évaluant le niveau de connaissance acquis dans les sujets liés à la robotique à la fin du cours.

Les participants de cette étude ont été 30 étudiants : 17 avec pédagogie traditionnelle et 13 avec pédagogie constructiviste. La collecte de données a été réalisée en utilisant l'évaluation de la connaissance, une enquête socioéconomique, le test MIPS et guides de registre d'observation des participants.

L'environnement d'apprentissage de pédagogie constructiviste social a développé un climat plus propice pour l'apprentissage individuel et de groupe, ce qui se reflète dans l'appropriation théorique et pratique des étudiants. Le travail en équipes collaboratives a produit des objectifs motivationnels communs et a permis de développer capacités sociales et communicatives, en considérant valeurs comme le respect, la responsabilité et la solidarité. Dans les tests finals de connaissance, les étudiants qui ont suivi la pédagogie constructiviste sociale ont surpassé amplement aux étudiants qui ont suivi la pédagogie traditionnelle dans les sujets liés à la logique de programmation et dans le champ des circuits.

### Mots-clés

Environnement d'apprentissage, Pédagogie constructiviste sociale, Pédagogie traditionnelle.

## Introducción

Desde la educación superior en Colombia se han planteado diferentes proyectos de reformas educativas (Giraldo, Adab, & Díaz, 2002), en los que se ha propuesto definir un modelo pedagógico que favorezca el aprendizaje de los estudiantes. Es así como los académicos de las diferentes universidades han interactuado, a través de los congresos y encuentros que han sido organizados por ACOFI en los últimos 10 años, para emitir sus opiniones y conceptos en foros y para presentar sus propuestas y proyectos piloto a través de conferencias y ponencias. Estas actividades permiten canalizar y verificar las posibles opciones pedagógicas con el ánimo de mejorar la formación de los ingenieros en Colombia y el desarrollo de sus competencias profesionales. Dentro de esta interacción académica de las universidades, la Institución Universitaria Pascual Bravo no es ajena a tal realidad, pues al interior de uno de sus grupos de investigación se generó un debate en cuanto al modelo pedagógico que se debía implementar en un curso extracurricular de robótica. Se encontraron dos posturas: una que se orientaba

hacia un modelo tradicional y la otra hacia un modelo constructivista social. Estas discusiones académicas buscan fortalecer la formación en investigación de los estudiantes desde los primeros semestres.

Por lo tanto, para verificar y reconocer la metodología de formación en investigación más idónea, se desarrolló una investigación cualitativa –estudio de caso- donde se describieron y compararon los ambientes de aprendizaje generados por la implementación de estos dos modelos; además, se identificaron los estilos de personalidad de los estudiantes y se midieron los niveles de competencia desarrollados en ellos, en cuanto a las habilidades básicas afines a la robótica, en el curso Introducción a la Robótica impartido en el primer semestre de Tecnología en Mecatrónica.

Esta investigación tiene su marco conceptual apoyado en los conceptos de Duarte (2003) relacionados con el ambiente de aprendizaje y en la teoría constructivista social de Vygotsky (2005).

Los resultados obtenidos en este estudio de caso resaltan las bondades del modelo constructivista social que se vieron reflejadas en las actividades teóricas y prácticas y en los avances del proyecto final del curso. Además, se conocieron los estilos de personalidad y se pudo reorientar e incentivar el aspecto actitudinal de cada estudiante, ya que la motivación, los estilos de aprendizaje y los rasgos de personalidad son fundamentales para el progreso del proceso de enseñanza-aprendizaje.

## **Planteamiento del problema**

En la Institución Universitaria Pascual Bravo se viene desarrollando desde el año 2008 un curso extracurricular de introducción a la robótica, destinado a estudiantes del primer semestre de Tecnología en Mecatrónica, cuyo alcance es desarrollar habilidades para el diseño y análisis de proyectos que potencien la formación en investigación. A partir de esta experiencia, los profesores que orientan el curso y que hacen parte de un grupo de investigación de la Universidad generaron un debate interno sobre qué enfoque metodológico debería implementarse en el curso. Se encontraron dos posturas: una que se orientaba hacia un modelo tradicional y otra hacia un modelo constructivista social. La razón de dicho debate se da al encontrar que, en semestres anteriores, se ha planteado la necesidad de evaluar la efectividad y medir el impacto de la metodología de enseñanza que se desarrolla en el curso de robótica con los estudiantes. Entonces surgió la propuesta de implementar ambos modelos, el tradicional y el constructivista social, en el curso que se ofrecería durante el siguiente semestre académico y realizar un acompañamiento de observación participante durante las sesiones en el que se describieran y compararan los

ambientes de aprendizaje generados por los actores y su influencia en los niveles de competencia desarrollados en los estudiantes en cuanto a las habilidades básicas afines a la robótica.

De este proceso surge la siguiente pregunta: ¿qué ambientes de aprendizaje se generaron en el curso Introducción a la Robótica, a partir de la implementación de los modelos pedagógicos tradicional y constructivista social con los estudiantes del primer semestre de Tecnología en Mecatrónica de la Institución Universitaria Pascual Bravo?

## Desarrollo de los antecedentes

En Iberoamérica surge la preocupación por mejorar los procesos formativos de los estudiantes en la educación superior en el área de la Ingeniería con la implementación de estrategias didácticas derivadas de teorías cognitivas que superen el enfoque tradicional (Marcilla, González & Mercáu, 2008); buscando en algunos casos el grado de correlación entre la motivación de logro de los estudiantes con la utilización de estrategias de aprendizaje, concluyendo que el aprendizaje significativo está directamente relacionado con la motivación por aprender (Cid, 2008). En otros trabajos se implementaron estrategias de enseñanza/aprendizaje centradas en el estudiante, como el aprendizaje basado en proyectos colaborativos (ABPC), que generó motivación hacia la búsqueda y producción de conocimiento en los estudiantes universitarios (Maldonado, 2008), y el aprendizaje basado en problemas (A.B.P.), que posibilitó el trabajo colaborativo y la participación activa de los estudiantes, el aprendizaje por descubrimiento y el desarrollo de competencias propias del ingeniero (Betancourt, 2006), (González & Trujillo Suárez, 2010).

En otras propuestas se evalúa el impacto del aprendizaje de los estudiantes, como en un curso de cálculo, donde a partir de la implementación de una metodología, que se apoya en guías de estudio, se hizo un análisis comparativo de los niveles de reflexión (al comienzo y al final del curso), mostrando una mejora significativa en el grado de reflexión (alto y medio) de los estudiantes (Del Valle, Ramos & Ross, 2007). En otra propuesta pedagógica denominada "proyecto de aula", implementada en diferentes cursos teórico-prácticos en Ingeniería, los estudiantes expresaron que esta estrategia les ayudó a transferir los principios teóricos presentados en clase, para el desarrollo del pensamiento crítico, y estimuló su interés por la investigación (Rodríguez, Cortes, & Vargas, 2010).

## Propósito

El presente trabajo tuvo como objetivo principal comparar los ambientes de aprendizaje generados en el curso de introducción a la robótica a partir de la implementación de dos modelos pedagógicos (tradicional y constructivista social) con los estudiantes del primer semestre de Tecnología Mecatrónica de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

Dentro de esta investigación se definieron dos objetivos específicos: el primero fue caracterizar los estilos de personalidad de los estudiantes en cuanto a las metas motivacionales, los modos cognitivos y las conductas interpersonales y su relación con los ambientes de aprendizaje. El segundo fue identificar el nivel de conocimiento adquirido por los estudiantes en los temas relacionados con la robótica a partir de la implementación de los ambientes de aprendizaje.

## Marco teórico

En los últimos años, en la sociedad contemporánea colombiana, es notoria la proliferación de diferentes espacios que tienen fines educativos y que no son propiamente los escolares. Lo que muestra que no solo las instituciones educativas son las responsables de la formación de las personas, sino que cohabitan con otras instancias como la comunitaria, los grupos, los medios de comunicación y otros. Y “en correspondencia con ello, las grandes transformaciones de la educación en los últimos años suponen el establecimiento de nuevas modalidades y estrategias de formación y socialización, que confieren a la pedagogía nuevos escenarios” (Duarte, 2003). Por esta razón el concepto de ambientes de aprendizaje también ha cambiado y son llamados ambientes educativos por Duarte (2003), quien los define como un escenario donde existen y se desarrollan condiciones favorables de aprendizaje, y que no se limita a las condiciones materiales necesarias para su implementación. Por el contrario, se instaura en las dinámicas que constituyen los procesos educativos y que involucran acciones, experiencias vividas por cada uno de los participantes; actitudes, condiciones materiales y socio-afectivas, múltiples relaciones con el entorno y la infraestructura necesaria para la concreción de los propósitos culturales que se hacen explícitos en toda propuesta educativa.

Entonces, el ambiente de aprendizaje se podría entender como un entorno dinámico, pero que posibilita y favorece el aprendizaje del ser humano. Lo que significa que esta nueva concepción está relacionada con los modelos pedagógicos constructivistas, que consideran que el aprendizaje es esencialmente activo (Carretero, 1993, p. 21).

El modelo pedagógico social constructivista basa los éxitos de la enseñanza en la interacción y la comunicación de los estudiantes, y la construcción colectiva del conocimiento. Considera al estudiante como el resultado del proceso histórico y social donde el lenguaje desempeña un papel esencial. El conocimiento es un proceso de interacción entre el sujeto y el medio, pero el medio entendido como algo social y cultural, no solamente físico.

Los principios en los que se apoya este modelo en el aula (Vigostki, 2005) son tres: el primero define que el aprendizaje y el desarrollo son una actividad social y colaborativa que no puede ser "enseñada" a nadie; depende del estudiante construir su propia comprensión. El segundo hace referencia a la Zona de Desarrollo Próximo que puede ser usada para diseñar situaciones apropiadas, durante las cuales el estudiante podrá ser provisto del apoyo necesario para el aprendizaje óptimo. Y el tercero argumenta que el profesor debe tomar en consideración que el aprendizaje tiene lugar en contextos significativos, preferiblemente el contexto en el cual el conocimiento va a ser aplicado.

Este modelo constructivista social

privilegia los escenarios colectivos, donde los estudiantes trabajen en equipo de manera cooperativa en la solución de problemas que no pueden resolver solos. El trabajo en grupo estimula la crítica mutua, ayuda a los estudiantes a refinar su trabajo y a darse coraje y apoyo mutuo para comprometerse en la solución de los problemas comunitarios (Flórez, 2005).

La intención es abordar problemáticas reales, que permitan a los estudiantes comprometerse con un análisis crítico, a diferencia del modelo pedagógico tradicional, donde la prioridad es la generación de un aprendizaje individual de los estudiantes, creando costumbres como memorizar los temas y esperar órdenes del profesor; donde hay una mínima capacidad de análisis y se genera la rivalidad entre estudiantes.

La evaluación en este modelo constructivista social es dinámica, se valoran el proceso y el potencial de aprendizaje, y esto va de la mano de la enseñanza. El profesor tiene la oportunidad de apoyar al alumno según el grado de ayuda que sea necesario para que logre solucionar el problema que enfrenta, dejando de lado la evaluación acumulativa propia del modelo tradicional, donde lo importante son los resultados del aprendizaje y se ignora el análisis de la evolución del proceso de aprendizaje porque no se tienen en cuenta los vínculos que se generan entre profesor-estudiante, estudiante-estudiante, estudiante-conocimiento, entre otros. El estudiante es considerado un individuo aislado que es el objeto de enseñanza del conocimiento necesario para su desenvolvimiento en la sociedad.

## Metodología

### Tipo de estudio

La propuesta se enmarcó en una investigación tipo estudio de caso. Se describieron, caracterizaron y compararon los ambientes de aprendizaje y las experiencias educativas de los actores, generados por la implementación de los modelos pedagógicos tradicional y constructivista social, teniendo en cuenta los estilos de personalidad de los estudiantes.

### Población

Los participantes de este estudio fueron 30 estudiantes, que se distribuyeron en dos grupos: el primero con la pedagogía tradicional (17 personas) y el segundo con la pedagogía constructivista social (13 personas). Estos estudiantes ingresaron al segundo semestre del 2011 a Tecnología Mecatrónica de la Institución Universitaria Pascual Bravo.

### Técnicas de recolección de información

Para este estudio se utilizaron técnicas de corte cualitativo y cuantitativo. Al inicio del proceso investigativo se aplicaron dos técnicas: la primera, un cuestionario para la identificación de condiciones familiares, sociales y económicas del entorno; y la segunda, un test psicométrico llamado el MIPS (Inventario de Estilos de Personalidad de Millon), que evalúa los estilos de personalidad en tres áreas: metas motivacionales, estilos cognitivos y relaciones interpersonales. También se aplicaron dos pruebas de conocimiento: una de entrada y otra de salida del proceso formativo, midiéndose los conocimientos en áreas básicas como circuitos, matemáticas, algoritmos y razonamiento lógico. Entre las técnicas cualitativas se resalta la utilización de la observación participante y, mediante una guía de observación, se llevó registro de las experiencias educativas de los actores durante 17 secciones de clases de ambos grupos donde se implementaron las metodologías tradicional y constructivista social.

180

## Resultados

### Caracterización de la población estudiantes

Las edades de los jóvenes oscilaron entre 16 y 21 años. La mayoría de ellos vive en Medellín, solo 5 de ellos viven en municipios como Bello, Copacabana, Itagüí (pertenecen a los estratos 2 y 3).

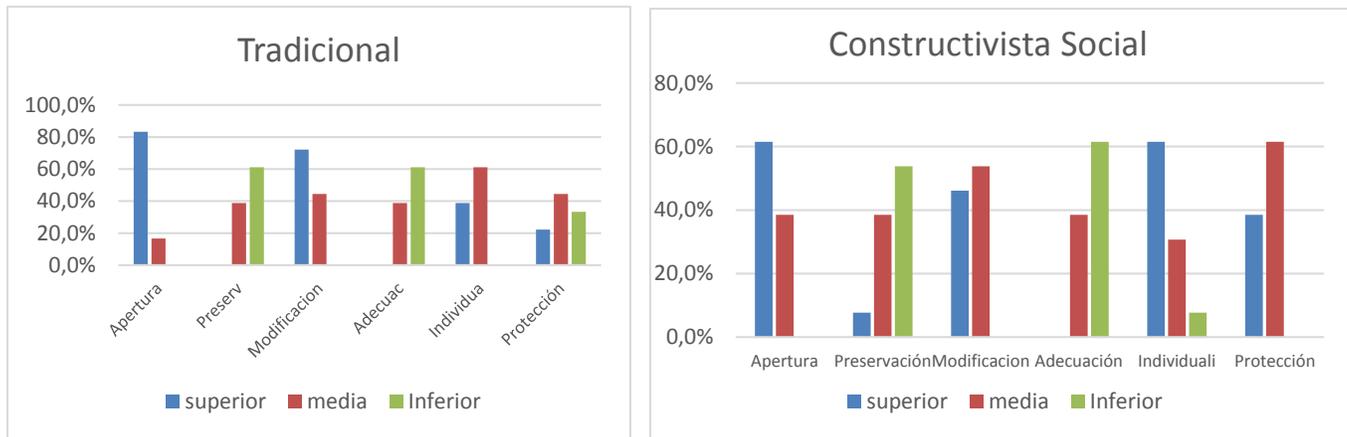
En cuanto a su formación académica, el 66,66 % de los jóvenes son graduados de bachillerato académico y 33,34 % de bachillerato técnico en áreas como electricidad, motores e informática. Solo el 18 % de ellos realizó algún curso complementario en electrónica y/o sistemas.

## Caracterización de rasgos de personalidad (prueba MIPS)

Los 12 pares de las escalas del MIPS están organizados en tres campos principales que son: metas motivacionales, modos cognitivos y comportamientos interpersonales.

Las metas motivacionales están relacionadas con los deseos y metas que estimulan y guían a las personas y con los propósitos y fines que las llevan a actuar de un modo determinado (Millon, 1997). Esta área tiene tres componentes que se presentan como bipolaridades: expansión/preservación, modificación/adecuación e individualidad /protección.

**Tabla 1.** Resultados metas motivacionales



En cuanto a los resultados de los estudiantes del grupo de pedagogía tradicional se muestran altas puntuaciones en los dos primeros pares de escalas que son apertura (83,3 %) y modificación (72 %); en comparación con estudiantes del grupo de pedagogía constructivista social que muestra una tendencia a la media en relación con estas mismas escalas. Esto significa que el primer grupo tiene mayor iniciativa y vitalidad, sus integrantes actúan movidos por el deseo de enriquecer su vida, tener experiencias y enfrentar desafíos y son optimistas ante la adversidad. Los miembros del segundo grupo, en general, tienden a mirar la vida de una manera positiva y tienen la intención de intervenir activamente en su entorno; sin embargo, algunos de ellos pueden amoldarse pasivamente a la ciertas situaciones (acomodación puntuaron en la media con el 38,5 %). En cuanto al último par de escalas, el grupo de pedagogía tradicional tiene puntuaciones sobre la media, lo que significa que sus miembros están dispuestos a asumir retos individuales y también de manera colectiva; mientras que los del grupo de pedagogía constructivista social tienen una alta tendencia a atender primero sus propias necesidades y su autorrealización; pero también se considera importante (puntuaron sobre la media) asumir compromisos grupales.

Los estilos cognitivos evalúan lo que Millon denomina estilos de cognición opuestos, es decir, “diferencias entre las personas, en primer lugar respecto de lo que toman en cuenta al experimentar y aprender sobre la vida, y luego respecto de lo que hacen habitualmente para lograr que ese conocimiento resulte significativo y útil para ellas” (1997, p. 16). Este campo está formado por cuatro bipolaridades, que son: extraversión/introversión, sensación/intuición, reflexión/afectividad, y sistematización/innovación.

**Tabla 2.** Resultados estilos cognitivos



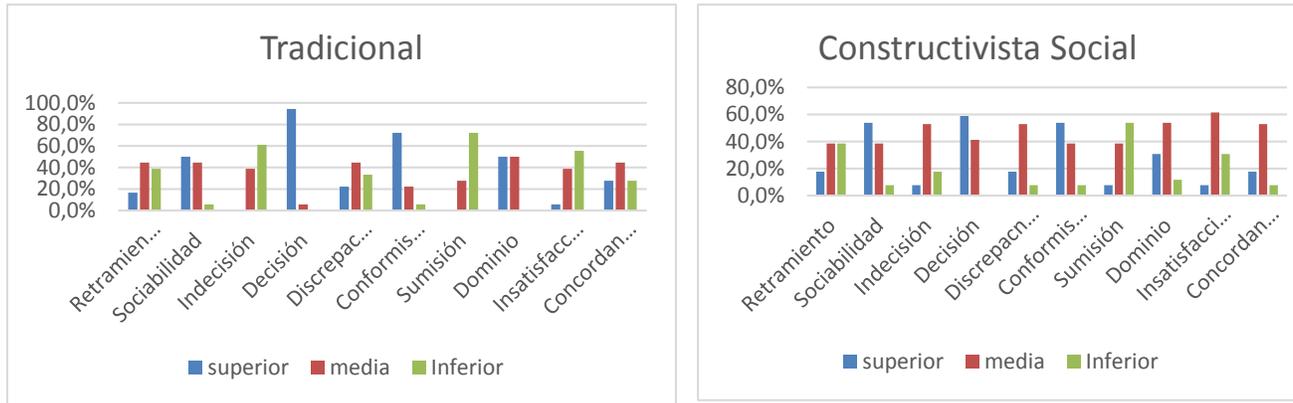
En los primeros pares de este campo, se evalúan las estrategias que utilizan los estudiantes para reunir información. Ambos grupos tienen perfiles similares, pues puntuaron sobre la media; lo que significa que recurren tanto a sus propios conocimientos, como al de sus amigos y compañeros, como fuentes de ideas. En cuanto al tipo de experiencia de aprendizaje, el grupo de pedagogía tradicional muestra una alta preferencia por acciones pragmáticas, por guiarse por la realidad concreta y la experiencia directa en el proceso de aprendizaje. Mientras que el grupo de pedagogía constructivista social tiene una puntuación sobre la media y muestra una predilección por contrastar las experiencias de aprendizaje concretas y pragmáticas con el conocimiento conceptual y teórico.

En los dos pares siguientes, es decir, pensamiento o sentimiento, y sistematización o innovación, se evalúan los diferentes estilos de procesamiento de la información. El grupo de pedagogía tradicional tiene una tendencia alta (puntuación sobre el límite superior) a procesar la información que recibe de afuera mediante el razonamiento crítico y racional; mientras que el grupo de pedagogía constructivista social tiene un estilo cognitivo racional y emocional en el momento de procesar la información. Frente a la manera de asimilar las nuevas experiencias de aprendizaje, ambos grupos lo hacen de acuerdo con los esquemas preestablecidos, pero también generan nuevas ideas de manera creativa.

Los comportamientos interpersonales representan las diferentes maneras como las personas se relacionan y tratan con otros en sus esferas sociales. En los cinco pares se evalúa hasta qué punto el estilo de la persona en su

relación con los demás indica, en general, retraimiento o sociabilidad, indecisión o decisión, discrepancia o conformismo, sumisión o dominio y descontento o aquiescencia.

**Tabla 3.** Resultados comportamientos interpersonales



En cuanto a las conductas interpersonales, tanto el grupo de ambiente tradicional como el constructivista social tienen perfiles similares (puntúan sobre la media), porque muestran una orientación a las habilidades sociales: les agrada involucrarse en actividades sociales y conocer a otras personas. La mitad de estos estudiantes son entusiastas y logran infundir energía y motivación a los demás y la otra mitad es probable que en algunos contextos pueda guardar alguna reserva frente a sus sentimientos o pensamientos o expresarlos en su medio más inmediato. Sin embargo, los estudiantes del grupo de pedagogía tradicional muestran mayor capacidad de persuasión para asumir posiciones del liderazgo en los grupos, y algunos pueden llegar a ser impositivos. En general, ambos grupos de estudiantes tienen una disposición para el trabajo en equipo, se adaptan a las normas sociales de los ambientes, dándole relevancia a los vínculos afectivos y a las relaciones empáticas con los demás.

### Descripción de los ambientes de aprendizaje generados

En el primer momento del proceso formativo, en el ambiente con la pedagogía constructivista social, los estudiantes no solo lograron obtener conocimiento sobre electrónica y sus montajes de manera práctica, sino que comenzaron a mostrar autonomía e iniciativa para el aprendizaje mediante la investigación, apoyados por sus equipos colaborativos, aunque en un principio se generó confusión ante el nuevo conocimiento y también resistencia ante la nueva metodología de enseñanza. El proceso se facilitó porque a la mayoría de estudiantes del grupo, según los resultados del test en cuanto a habilidades sociales, les agrada realizar actividades que involucren contactos con otras personas. Por el contrario, en el ambiente de pedagogía tradicional no se pudo evidenciar el nivel de conocimiento alcanzado por los estudiantes hasta ese

momento y su rol como sujetos del aprendizaje es pasivo, siendo necesario el acompañamiento permanente del profesor para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

En un segundo momento del proceso formativo, en el ambiente de aprendizaje con la pedagogía constructivista social, se implementó la estrategia didáctica de formación por proyectos. Los equipos colaborativos, a partir de la identificación de un problema que encontraron en su entorno, propusieron una solución, desarrollando un proyecto. En este proceso el rol de los estudiantes fue más activo y autónomo, pues pasaron de la investigación de los conceptos propuestos por el profesor, a una investigación que respondió a la necesidad de profundizar en su tema de interés de acuerdo con sus proyectos. Por el contrario, en el grupo de pedagogía tradicional, los avances en el aprendizaje de los estudiantes están sujetos al acompañamiento del profesor, limitando la autonomía y convirtiéndose en un hábito en el proceso de aprendizaje. También se comenzó a evidenciar la resistencia al trabajo en equipo, cuando fue propuesto por el profesor. Lo anterior es el resultado de las estrategias que solo habían fortalecido el trabajo individual.

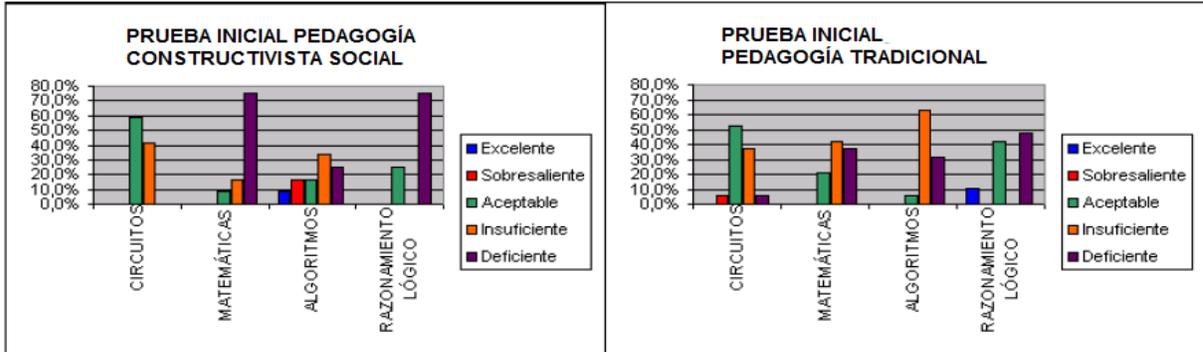
En el tercer momento del proceso formativo, en el ambiente con la pedagogía constructivista social, los estudiantes, después de un gran esfuerzo, lograron culminar sus proyectos. En ellos, según el concepto del profesor que los orientó, se observa un avance en el tema de la programación y un afianzamiento de conceptos de electricidad y electrónica. Además, solicitaron asesorías de los profesores de las asignaturas del primer semestre. Los equipos más atrasados son asesorados no solo por el profesor, sino también por los grupos más consolidados en el desarrollo de los proyectos. Las evaluaciones y las investigaciones que se desarrollan en esta etapa son asumidas con mucha responsabilidad. En el ambiente de pedagogía tradicional, se dictan clases en las cuales algunos grupos utilizan el apoyo del profesor para solucionar problemas y mejorar los esquemas circuitales y de programación, actividades necesarias para sacar adelante sus proyectos. El profesor ofrece asesorías fuera del horario de clase, pero ninguno de los estudiantes asiste. En este proceso es poco el progreso que se observa en la apropiación de la lógica y del lenguaje de programación, mientras que en el tema de electricidad y electrónica básica se observan avances apreciables a través de los montajes requeridos en los proyectos.

### **Análisis de las pruebas de conocimiento**

En la prueba de conocimientos previos, se puede identificar en el área de circuitos una homogeneidad en sus resultados tanto en el grupo de metodología tradicional como en el grupo de pedagogía constructivista social. Se resalta una media aceptable en ambos grupos, aunque se puede observar un porcentaje sobresaliente en el grupo tradicional en lógica de programación, lo cual se podría

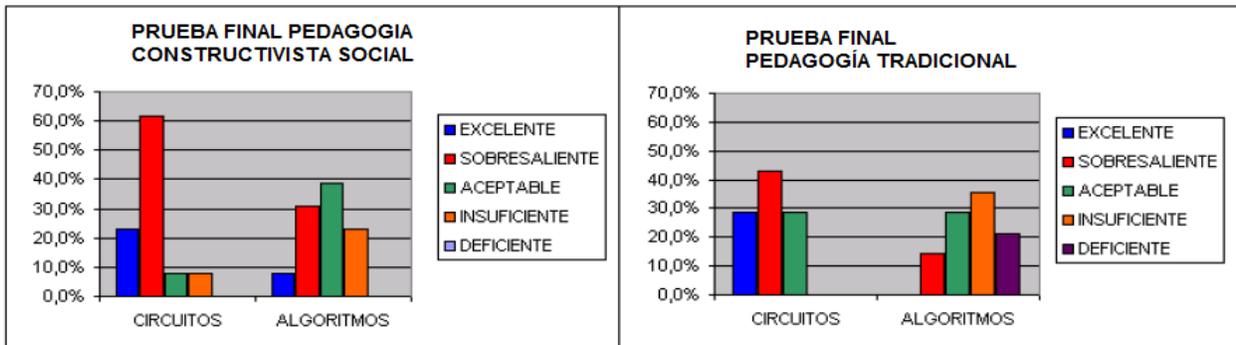
explicar por la información de los resultados del cuestionario socioeconómico: se encontró que varios estudiantes tienen formación y/o estudios técnicos en electrónica básica, electricidad básica, domótica (ver tabla 4).

**Tabla 4.** Datos porcentuales para la prueba inicial de ambos grupos



Al observar las pruebas finales de ambos grupos existe una clara mejoría en su rendimiento si se compara con las prueba iniciales tanto en el área de circuitos como en algoritmos, aunque no fue tan evidente para la metodología basada en la pedagogía tradicional en el área de algoritmos (ver tabla 5).

**Tabla 5.** Datos porcentuales para la prueba final de ambos grupos



A partir de la prueba inicial se podría pensar que el grupo con mayores probabilidades para desarrollar habilidades en el área de la lógica de programación era el grupo de metodología basada en la pedagogía tradicional, sin embargo, este es ampliamente superado por el de la metodología basada en la pedagogía constructivista social, según los resultados de la prueba técnica final. Este afianzamiento de conocimientos en lógica de programación en los estudiantes se debe a la influencia del ambiente de aprendizaje, generado por la pedagogía constructivista social. En él, los grupos colaborativos en el proceso de diseño y construcción de su sistema mecatrónico se motivaron a realizar la programación e implementación del algoritmo en lenguaje C. El avance significativo es mayor en la constructivista social (con una media de 30 %

aceptable con tendencia a sobresaliente) que en la tradicional (con una media 35 % insuficiente con tendencia a aceptable).

## Discusión

Entre los resultados más significativos de este estudio está que, mediante la implementación del trabajo colaborativo desde la pedagogía constructivista social, se pudieron generar metas motivacionales comunes que estimularon la iniciativa de los estudiantes al aprendizaje y que tuvieron como resultado final el desarrollo de los proyectos. Esto mismo se concluye en los estudios de Betancur (2006) y González y Trujillo (2010), donde, mediante la utilización de metodologías activas que posibilitaron el trabajo colaborativo y la participación activa de los estudiantes, se facilitó el aprendizaje por descubrimiento y el desarrollo de competencias técnicas propias del ingeniero. Además, es importante destacar que el trabajo colaborativo implementado en la metodología constructivista social no solo motivó hacia el aprendizaje, sino que facilitó la formación integral, basada en el trabajo en equipo y en el desarrollo de habilidades sociales y comunicativas, teniendo en cuenta valores como el respeto, la responsabilidad y la solidaridad. Mientras que en el grupo en el que se implementó la pedagogía tradicional se evidenció la resistencia de los estudiantes hacia el trabajo en equipo, generando baja cohesión grupal y conflictos. Un resultado parecido se dio en un estudio comparativo entre metodologías — tradicional y aprendizaje basado en problemas— (Fuentes & Pérez, 2013), donde la metodología A.B.P. permitió el desarrollo de competencias transversales como el sentido de trabajo en equipo y la cooperatividad.

En este estudio comparativo, donde se pudo evaluar el impacto del aprendizaje, se evidenció que el ambiente de aprendizaje con enfoque constructivista desarrolló un clima más propicio para el aprendizaje individual y grupal, reflejándose en la apropiación teórica y práctica por parte de los estudiantes que se vio reflejada en el desarrollo de los proyectos y en las pruebas finales de conocimiento, en ellas obtuvieron mayor puntaje. Otros estudios de comparación entre diferentes metodologías tienen resultados parecidos, como el de Soto, Dougna, Santelices y Williams (2014), que implementó la metodología tradicional y la metodología autorregulada, entendiéndose esta última como un proceso en el que el estudiante construye su propio sistema de aprendizaje. El resultado de este estudio fue que la metodología de autorregulación favorece la adquisición de conceptos científicos, facilita el aprendizaje significativo y fortalece el razonamiento clínico. Otro estudio comparativo desarrollado por Fuentes y Pérez (2013), donde se trabajó con la metodología de aprendizaje basado en problemas (A.B.P.) y la metodología tradicional, en un módulo de enseñanza de primer año universitario, dio como resultado que el grupo con

metodología A.B.P. logró mejorar su capacidad crítica. En otra propuesta pedagógica denominada "proyecto de aula", implementada en diferentes cursos teórico-prácticos en Ingeniería, los estudiantes expresaron que esta estrategia les ayudó a transferir los principios teóricos presentados en clase, para el desarrollo del pensamiento crítico y estimuló su interés por la investigación (Rodríguez, Cortes & Vargas, 2010).

## Conclusiones

Los estudiantes del grupo de pedagogía tradicional obtienen puntuaciones más elevadas en el área motivacional en el Test MIPS, que los de pedagogía constructivista social. Esto significa que están más orientados a actuar movidos por el deseo de enfrentar desafíos y retos donde puedan enfocar su energía y vitalidad. Pero la experiencia de formación con pedagogía constructivista social influyó significativamente en estas metas, pues el trabajo en grupos colaborativos permitió generar metas motivacionales comunes y estimuló la iniciativa de los estudiantes al aprendizaje, lo que dio como resultado los proyectos finales. La pedagogía tradicional, por el contrario, no promovió en los estudiantes sus capacidades, energía y vitalidad para asumir retos individuales y grupales.

En cuanto a los modos cognitivos, ambos grupos, el de pedagogía tradicional y el de constructivista social, tienen perfiles similares en cuanto a las estrategias empleadas para recolectar información, pues recurren tanto a sus propios conocimientos, como a los de sus amigos y compañeros, como fuentes de ideas. Frente a la manera de recibir y procesar la información, el grupo de pedagogía tradicional muestra una alta preferencia por acciones pragmáticas, por guiarse por la realidad concreta y por la experiencia directa en el proceso de aprendizaje. Además, sus integrantes procesan la información que reciben de afuera mediante el razonamiento crítico y racional. Mientras el grupo de pedagogía constructivista social tiene una predilección por contrastar las experiencias de aprendizaje concretas y pragmáticas, con el conocimiento conceptual y teórico, procesando la información mediante el razonamiento crítico y racional, combinándolo con respuestas empáticas y vinculación afectiva. El ambiente de aprendizaje generado por la pedagogía constructivista social ofreció a los estudiantes diferentes experiencias en cuanto a sus fuentes de información, pues podía ser tan valioso el conocimiento que pudieran tener los otros, como el propio. Además la formación fue enfocada a acciones pragmáticas teniendo como base el conocimiento científico, lo que se puede decir que respondió a las preferencias de aprendizaje de los estudiantes. Por el contrario, los estudiantes del ambiente de aprendizaje de la pedagogía tradicional asumieron un rol pasivo durante la mayor parte de su proceso formativo y no se ofrecieron experiencias significativas que respondieran a los estilos cognitivos de los estudiantes.

En cuanto a las conductas interpersonales, tanto el grupo de ambiente tradicional como el constructivista social tienen perfiles similares, porque muestran una orientación a las habilidades sociales: les agrada involucrarse en actividades sociales y conocer otras personas. La mitad de estos estudiantes son entusiastas y logran infundir energía y motivación a los demás y, la otra mitad, es probable que en algunos contextos pueda guardar alguna reserva frente a sus sentimientos o pensamientos o expresarlos en su medio más inmediato. En general, ambos grupos de estudiantes tienen una disposición para el trabajo colaborativo dándole relevancia a los vínculos afectivos y a las relaciones empáticas con los demás. La pedagogía tradicional no facilitó este proceso por varias razones: por el tipo de relación vertical entre profesor y estudiantes, por el tipo de estrategias didácticas apoyadas en métodos expositivos e individualizantes. Mientras que la pedagogía constructivista social fortaleció este proceso, dado que se fundamenta en que el aprendizaje se facilita gracias a la mediación o interacción con los otros.

En la pedagogía constructivista social, los estudiantes desempeñaron un rol activo en todo su proceso formativo: en la primera etapa fue ser estudiantes en aprendizaje (el profesor cumple una función más directiva) y en las siguientes etapas fue ser asesores de sus propios compañeros, al especializarse en un área específica. Esto permitió que algunos de ellos se apropiaran de su rol y generó, en la segunda y tercera etapa, que fueran, no solo asesorados por el profesor, sino por estudiantes y equipos más avanzados en temáticas relacionadas con la solución de los diferentes problemas tecnológicos, siendo así protagonistas de su propio aprendizaje. Por el contrario, en la pedagogía tradicional los estudiantes cumplieron un rol pasivo. En la primera y segunda etapa del proceso, actuaron como simples receptores de información, siendo necesario el acompañamiento permanente del profesor para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

El profesor, en el modelo de evaluación de la pedagogía constructivista, realizó un seguimiento de reconocimiento a la evolución del aprendizaje de cada estudiante y de cada equipo colaborativo. Con él logró identificar debilidades y fortalezas, tanto individuales como colectivas, cumpliendo una función más de orientación en la formación. Mientras que en la pedagogía tradicional la evaluación que hace el profesor es un procedimiento que se realiza al final del curso, externo a la enseñanza misma, y que se limita a verificar el aprendizaje de los estudiantes transmitido por el profesor. De esta manera no se posibilita ningún tipo de seguimiento a los estudiantes a nivel individual y/o grupal.

La experiencia de formación constructivista social permitió no solo el desarrollo de habilidades técnicas de los estudiantes, sino una formación integral basada en el trabajo en equipo y en el desarrollo de habilidades sociales y comunicativas, teniendo en cuenta valores como respeto, responsabilidad y

solidaridad. Mientras que en la pedagogía tradicional se evidenció la resistencia hacia el trabajo en equipo cuando fue propuesto por el profesor. Lo anterior es resultado de las estrategias que solo habían fortalecido el trabajo individual, generando baja cohesión grupal y conflictos. Los estudiantes expresaron su descontento con la metodología y vacíos conceptuales para el desarrollo de sus proyectos.

Los estudiantes de pedagogía tradicional y constructivista social tuvieron resultados parecidos en las pruebas de conocimientos previos en el área de circuitos, con una media aceptable. Mientras que en el tema de algoritmos los estudiantes de pedagogía tradicional obtuvieron un mejor puntaje que los de pedagogía constructivista social. Los primeros mostraron un mayor potencial para la evolución en la lógica de programación. Pero en las pruebas finales, los estudiantes de la pedagogía constructivista social superaron ampliamente a los de la pedagogía tradicional en el tema de lógica de programación y en el área de circuitos. Esto se puede explicar a partir de la experiencia formativa constructivista social, donde los equipos colaborativos de estudiantes se motivaron por el diseño y construcción de sus sistemas mecatrónicos que involucran el aprendizaje de la electrónica y la programación del algoritmo en lenguaje C requerido para el funcionamiento de sus proyectos.

## Referencias

- Marcilla, M.; González, S. & Mercáu, S. (2008). Qué opinan nuestros alumnos acerca de una estrategia didáctica empleada en sus clases de Matemática. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 3(2), 1-11. Recuperado de <[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-66662008000200001&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662008000200001&lng=es&nrm=iso)>
- Betancourt, C. (2006). Aprendizaje basado en problemas: una experiencia novedosa en la enseñanza de la Ingeniería. *Revista Educación en Ingeniería*, 1(2), 45-51. Recuperado de <http://www.educacioneningeneria.org/index.php/edi/article/view/37>
- Carretero, M. (1993). *Constructivismo*. Buenos Aires: Aique.
- Cid, S. (2008). El uso de estrategias de aprendizaje y su correlación con la motivación de logro en los Estudiantes. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 6(3), 101-120. Recuperado de <http://www.rinace.net/arts/vol6num3/art4.pdf>.
- Del Valle, M.; Ramos, C. & Ross, S. (2007). El grado de reflexión de los alumnos de cálculo diferencial. Una experiencia. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 2(2), 54-70. Recuperado de <[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-66662007000200006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662007000200006&lng=es&nrm=iso)>
- Duarte, J. (2003). Ambientes de Aprendizaje. Una aproximación conceptual. *Revista Estudios Pedagógicos* (29), 97-113.
- Flórez, R. (2005). *Pedagogía del conocimiento*. Bogotá: M Graw Hill.
- Fuentes, V. & Pérez, C. (2013). Estudio comparativo entre metodologías de Aprendizaje Basado. *Revista de Educación Ciencias Salud*, 107-113. Recuperado de <http://www2.udec.cl/ofem/recs/anteriores/vol1022013/artinv10213e.pdf>

- Giraldo, U., Adab, D. & Díaz, E. (2002). Bases para una política de calidad de la educación superior en Colombia. Recuperado de [http://www.cna.gov.co/1741/articles-186502\\_doc\\_academico10.pdf](http://www.cna.gov.co/1741/articles-186502_doc_academico10.pdf)
- González, E. & Trujillo Suárez, C. (2010). Aprendizaje activo en cursos básicos de ingeniería: un ejemplo en la enseñanza de Dinámica. *Uni-pluri/versidad*, 10(2), [Versión digital]. Recuperado de <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/unip/issue/current>.
- Maldonado, M. (2008). Aprendizaje basado en proyectos colaborativos. Una experiencia en educación superior. *Revista Laurus* (14), 158-180.
- Millon, T. (1997). *Inventario Millon de Estilos de Personalidad*. Buenos Aires: Paidós.
- Rodríguez, E.; Cortes, L. & Vargas, E. (Abril de 2010). Evaluación de la estrategia de aprendizaje basado en proyectos. *Educación y Educadores*, 13(1). Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-12942010000100002&lng=en&tIng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-12942010000100002&lng=en&tIng=es).
- Soto, M.; Dougna, A.; Santelices, L. & Williams, C. (2014). Efecto del enfoque de autorregulación del aprendizaje en la enseñanza de conceptos científicos en estudiantes universitarios en ciencias de la salud. *Revista Médica de Chile* (142), 375-381. Recuperado de [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872014000300013&lng=es&tIng=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872014000300013&lng=es&tIng=es). 10.4067/S0034-98872014000300013.
- Vigostki, L. (2005). *Psicología Pedagógica*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor.