

LA INVESTIGACIÓN FORMATIVA EN EL AULA DE CLASE

Edgar Mario Rico Mesa, edgarmrico@yahoo.com.ar
Instituto Tecnológico Pascual Bravo
Medellín, Colombia

Víctor Hernández Jaramillo, vicman1313@yahoo.es
Instituto Tecnológico Pascual Bravo
Medellín, Colombia

Paula Andrea Palacios Correa, paulapalacios@une.net.co
Instituto Tecnológico Pascual Bravo
Medellín, Colombia

José Alfredo Palacios, joseapalacio@hotmail.com
Instituto Tecnológico Pascual Bravo
Medellín, Colombia

Resumen. *El proyecto se ha desarrollado a través del semillero SAURO en el cual se configura un grupo de docentes interdisciplinar que coopera con docentes de la academia para el desarrollo de un programa piloto con estudiantes que se inician en la mecatrónica desarrollando metodologías constructivistas y conductistas que han permitido a posteriori potenciar el desarrollo del semillero SAURO llegando a participar en eventos académicos nacionales y en el diseño y desarrollo de prototipos en la industria.*

Palabras clave. *Robótica, Educación, Investigación, Aprendizaje*

Abstract. *The project has evolved through the SAUR seedbed in which configures an interdisciplinary group of teachers working with teachers at the academy for the development of a pilot program with students who start in mechatronics constructivist and behavioral development of methodologies that have allowed subsequently promote the development of semillero SAURO coming to participate in national and academic events in the design and development of prototypes in the industry.*

Keyword. *Robotics, Education, Research, Learning*

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas en el área de la educación han existido intentos de cambiar el modelo de aprendizaje, pasando de una enseñanza magistral (educación tradicional) a una enseñanza con tutores apoyados en

los medios tecnológicos que estén a su alcance (educación activa). En el caso de Colombia, la ley 115 de Educación, ha tratado de cambiar los delineamientos sobre modelo educativo, que va en consonancia con la Constitución Colombiana y los avances y tendencias mundiales, tratar de enlazar las nuevas corrientes pedagógicas con la tecnología, de tal forma que la calidad de la educación sea óptima y que se refleje en el desarrollo industrial del país.

En la búsqueda de articulación entre la formación académica y la investigación en el Tecnológico Pascual Bravo Institución Universitaria, un grupo de docentes del área ingenieril comenzó con el desarrollo de actividades extracurriculares que marcaron el inicio de un semillero de investigación (SAURO), el cual empezó a tener cierto grado de madurez dos años después al involucrar la academia a través de un proceso investigativo en el que se integraron docentes del área de las ciencias sociales, que realizaron seguimiento a los ambientes de aprendizaje generados en la implementación de dos tipos de didácticas en dos cursos de introducción a la robótica conformado por estudiantes que se inician en la Tecnología Mecatrónica del TPBIU. El primero se desarrolló con un estilo tradicional y el segundo de manera experimental con la metodología de robótica pedagógica¹ entendido como un modelo de corte constructivista.

¹ Florez Ochoa, Rafael- Hacia una pedagogía del conocimiento- McGraw Hill, Santa Fé de Bogotá, pag 181.

2. FUNDAMENTACIÓN CONCEPTUAL

Modelo Pedagógico Conductista y Tradicional

«Este modelo se desarrolló paralelamente con la creciente racionalización y planeación económica de los recursos en la fase superior del capitalismo, bajo la mira del moldeamiento meticuloso de la conducta productiva de los individuos»² Este conserva la importancia de transmitir contenido científico- técnico a los aprendices como objeto de la enseñanza, al igual que el modelo tradicional pero enfatizan en la necesidad de atender formas de adquisición y las condiciones del aprendizaje de los estudiantes. El método básicamente trata de fijar y controlar objetivos instruccionales formulados con precisión, con la intención de adquirir conocimientos, destrezas y competencias bajo la forma de conductas observables (saberes técnicos mediante adiestramiento). El más destacado promotor y exponente de este modelo es Burrhus Frederic Skinner

Bajo este parámetro, evaluar no es diferente a enseñar y la función del profesor se reduce a verificar el programa instruccional, es como un controlador que refuerza la conducta esperada y autoriza el paso a la siguiente conducta o aprendizaje previsto, y así sucesivamente.

Principios aplicables hoy en día: ³

- En este enfoque el estudiante no es un espectador pasivo, pues requiere emitir la respuesta o la solución a la situación planteada.
- La repetición y la frecuencia de la práctica son un factor importante para la retención de aprendizajes técnicos y prácticos, que no puede menospreciarse.
- La generalización y la *transferencia* del aprendizaje pueden incrementarse en la medida en que se varíen los contextos de aplicación.
- La enseñanza individualizada es una ganancia importante de esta perspectiva que permite a cada alumno ensayar y practicar su respuesta hasta perfeccionarla, sin que tenga que adelantarse ni retrasarse a sus propias habilidades y competencias.

Modelo Pedagógico Constructivista-Social

Este modelo 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. Es de gran importancia e influencia en la educación, su exponente más representativo fue el filósofo ruso Lev Semionovich Vygotsky.

Los principales principios Vigotskianos en el aula son:

- 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 en su propia mente.
- La Zona de Desarrollo Próximo puede ser usada para diseñar situaciones apropiadas durante las cuales el estudiante podrá ser provisto del apoyo apropiado para el aprendizaje óptimo.
- El docente debe tomar en consideración que el aprendizaje tiene lugar en contextos significativos, preferiblemente el contexto en el cual el conocimiento va a ser aplicado.

Robótica Pedagógica

La robótica pedagógica es una propuesta que se podría definir dentro del marco de los modelos pedagógicos constructivistas porque que tiene por objeto la generación de ambientes de aprendizaje basados fundamentalmente en la actividad de los estudiantes. Es decir, ellos pueden concebir, desarrollar y poner en práctica diferentes proyectos basados en sistemas robóticos que les permiten resolver problemas, integrar distintas áreas del conocimiento para la adquisición de habilidades generales y de nociones científicas, y facilita al mismo tiempo, ciertos aprendizajes. (Sánchez C., 2004: Eduteka).

3. METODOLOGÍA

Es un estudio de carácter experimental donde se manejaron dos grupos uno de control (pedagógica tradicional) y un grupo de experimentación (Robótica

² Florez Ochoa, Rafael- Hacia una pedagogía del conocimiento- McGraw Hill, Santa Fé de Bogotá, pag 182.

³ Florez Ochoa, Rafael- Hacia una pedagogía del conocimiento- McGraw Hill, Santa Fé de Bogotá, pag 187.

Pedagógica) la población de estudio conformada por 32 estudiantes repartidos en dos grupos de 16. El proceso desarrollado en los semilleros tuvo una duración de 17 sesiones, las cuales fueron divididas en tres etapas: Incubación, desarrollo y resultados.

Las temáticas desarrolladas en el curso están relacionadas con electrónica y electricidad básica, sensorica, actuadores y programación.

Al proceso de implementación de la metodología lo acompañó un proceso de seguimiento desde la investigación cualitativa de tipo descriptivo ⁴ y comparativo donde se da cuenta de los ambientes de aprendizaje, sus actores, las interacciones y la construcción del proceso de enseñanza-aprendizaje. Donde se utilizaron técnicas y herramientas como observación participante (por parte de los docentes de las ciencias sociales), fichas de observación, diario campo (llevado por cada uno de los docentes), cuestionarios, entrevistas informales y semi estructuradas, test de personalidad MIP (Inventario de Estilos de Personalidad de Millon)

4. HALLAZGOS INVESTIGATIVOS

Caracterización de la Población

El MIP que explora tres grandes áreas: metas motivacionales, modos cognitivos y conductas interpersonales, todo lo cual permite inferir el estilo de personalidad de los examinados.

Metas Motivacionales. Los estudiantes se motivan más al logro de objetivos individuales que grupales y esperan reconocimiento del medio

Modos Cognitivos. En cuanto a la manera de recibir y procesar la información, muestran *alta preferencia a acciones pragmáticas, a guiarse por la realidad concreta y la experiencia directa en el proceso de aprendizaje, además procesar la información que reciben de afuera mediante el razonamiento crítico y racional. Las experiencias se asimilan de acuerdo a los esquemas ya establecidos previamente,*

Conductas interpersonales el grupo en general muestra una orientación a las habilidades sociales: les agrada involucrarse en actividades sociales y conocer otras personas. La mitad son entusiastas y logran infundir energía y motivación a los demás y la otra mitad, es

probable que en algunos contextos puedan guardar alguna reserva frente a sus sentimientos o pensamientos o expresarlos en su medio más inmediato. En general le dan relevancia a los vínculos afectivos y las relaciones empáticas con los demás. Se muestran competitivos y seguros de sí mismo, pero ante situaciones nuevas es probable que se muestren inseguros. La mitad del grupo puede asumir comportamiento dominantes y los otros pasivos

4.1 Etapa Incubación

En el grupo de robótica pedagógica durante las tres primeras sesiones el ambiente de aprendizaje gira en torno a la investigación previa por parte de los estudiantes (equipos de tres personas) de los conceptos básicos en electrónica y su posterior socialización al grupo.

Esta situación generó confusión a nivel conceptual en los estudiantes, que expresaron que no entendían los términos que habían consultado y también generó inconformidad, pues ellos decían que no tenía sentido investigar términos que no conocían, que esto le correspondía al docente; lo cual muestra la resistencia y confusión frente a los roles de estudiante y del docente en la propuesta de la dinámica en la clase. La intervención del profesor se orientó a responder a las dudas de los interrogantes y confusiones de sus estudiantes a partir de la interpretación que ellos hicieron de los conceptos encontrados.

Paralelamente al grupo de pedagogía tradicional durante las primeras 4 sesiones el también explicó los componente basados en aplicaciones circuitales donde los alumnos asumen un papel pasivo, en algunos momentos prestaban atención al tema y algunos participaban realizando preguntas sobre el tema, en otros momentos se mostraban poco motivados.

4.2 Etapa desarrollo

En la Robótica pedagógica en las siguientes 6 sesiones se implementó el trabajo colaborativo, donde el profesor definió temáticas de tipos de sensores y actuadores (Puente H, Motor Paso a paso, sensor de corte, sensor de proximidad y circuito aislador de

⁴ La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta. TAMAYO Y TAMAYO, Mario. El proceso de la Investigación Científica. México. Editorial Limusa S.A. Tercera edición.. 1996. p. 54

puerto) que debían investigar, la intención era que cada grupo se especializara en un tema y asesorara a los otros equipos de trabajo. El profesor plantea preguntas a cada equipo de trabajo sobre su proceso de comprensión sobre lo consultado y dudas sobre un tema: ¿qué sé? ¿qué es lo que no sé? ¿dónde se aplica? ¿qué dudas tengo? ¿qué es lo que me interesa saber? ¿cómo puedo aprender lo que no sé?

Posteriormente de manera práctica cada equipo debía consultar un montaje de acuerdo al tema investigado, para luego realizar el montaje en la sección del semillero. Como respuesta a esta propuesta los equipos de las temáticas puente h, de sensor de corte y sensor de proximidad mostraron mayor avances en su proceso de aprendizaje, pues no solo mostraron mayor apropiación de los conceptos sino que realizaron los montajes previo a la sesión del semillero. Los otros equipos mostraron mayor confusión y plantearon que no entendían los montajes que habían consultado porque solo venían una cantidad de garabatos que no entendían. La labor del profesor se orienta en la asesoría de cada equipo de trabajo de acuerdo a sus necesidades. En un segundo momento se trabaja la temática de programación de la misma manera (consulta previa) y el rol de los estudiantes es cada vez más activo y autónomo, pues pasaron de la investigación de los conceptos propuestos por el profesor a una más guiada una investigación que responde a la necesidad de profundizar en su tema de interés.

En un tercer momento de esta etapa, los jóvenes de acuerdo a su motivación personal concertan con el profesor el proyecto robótico a desarrollar como propuesta de trabajo, durante este proceso también se nota avances en el trabajo colaborativo, pues cada equipo de trabajo que inicialmente había desarrollado una temática específica, ahora comienza a apoyar a los otros equipos en el desarrollo y montaje de sus proyectos.

En la pedagogía tradicional en las sesiones de trabajo se conformaron equipos de trabajo, pero solo para los proyectos, donde el docente definió los proyectos finales. Los estudiantes tratan aparentemente de responder a las exigencias del profesor pero el compromiso hacia el trabajo se observa lento pues los resultados en el desarrollo del proyecto no se alcanzan aun a percibir. También en esta etapa se

comienzan a desarrollar algunos laboratorios enfocados a los diferentes módulos de que está compuesto un sistema robótico dirigidos por el profesor. En este proceso no es posible evidenciar procesos de aprendizaje en los estudiantes, es muy generalizado observándose la desmotivación y el poco compromiso en el proceso.

4.3 Etapa de resultados

En el grupo de metodología basada en la robótica pedagógica se desarrollan estas últimas sesiones a que los jóvenes desarrollen sus proyectos y es muy evidente la demanda y búsqueda de los jóvenes de asesorías extra - clase para este proceso. También se evidencia un gran avance en el tema de la programación y un afianzamiento de conceptos de electricidad y electrónica, además reciben asesoría de los profesores de primer semestre como el profesor de la asignatura introducción a la mecatrónica, los grupos más atrasados como el grupo de carrito automatizado son asesorados no solo por el profesor sino también por los grupos más consolidados en el desarrollo de los proyectos como es el caso del grupo del lavadero de carros automático, las evaluaciones y las investigaciones que se desarrollan en esta etapa lo asumen con mucha responsabilidad.

En el grupo de metodología basado en la pedagogía tradicional algunos grupos utilizan el apoyo del profesor para solucionar problemas y mejorar los esquemas circuitales y de programación para sacar adelante el proyecto. En este caso a pesar de que el profesor ofrece clases extras en las cuales es prácticamente nula la asistencia de los grupos, la gran mayoría de los grupos desarrollan sus trabajos con la asesoría de los profesores de primer semestre de mecatrónica como el profesor de introducción a la electrónica, la asesoría del profesor en el tiempo del semillero y con el esfuerzo de los aprendices que de manera autónoma buscan adelantar lo más que se pueda su proyecto como es el caso del proyecto vehículo autónomo, en esta etapa es poco el progreso que se observa en la apropiación de la lógica de programación y en el lenguaje de programación, mientras que en el tema de electricidad y electrónica básica se observa avances apreciables a través de los montajes requeridos en los proyectos, también se observa una gran capacidad para el diseño y

construcción de estructuras mecánicas requerida para los proyectos.

Resultados de Investigación

En la aplicación de una prueba técnica de conocimiento tanto al inicio como al final se obtuvieron los siguientes resultados. En la prueba de entrada 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 metodología activa resaltando una media aceptable en ambos grupos, aunque se puede observar un porcentaje sobresaliente en el grupo tradicional lo cual se puede explicar en que en el cuestionario socioeconómico se encontró varios aprendices con niveles de estudio técnicos en electrónica básica, electricidad básica, domótica, en algoritmos. Se observa unos niveles bajos con media insuficiente en el grupo de metodología tradicional, mientras en la metodología activa se presentaron niveles de conocimiento de algunos estudiantes en excelente, sobresaliente y aceptable aunque su media fue insuficiente lo cual se puede explicar por los estudios técnicos previos según el cuestionario socioeconómico relacionados con el tema.

También se analizó los temas de matemáticas y algoritmos, pues son soportes fundamentales de la teoría de circuitos y la lógica de programación (algoritmos) respectivamente, por lo tanto, si analizamos los datos arrojados en dichas áreas se pueden encontrar falencias en su fundamentación, sin embargo existe un detalle para interpretar en el cual se observa un pequeño porcentaje de excelente razonamiento lógico (10.5 %) que discrepa de los resultados de la prueba de algoritmos (0%) del grupo de metodología tradicional, igualmente sucede en la metodología activa pero de manera inversa (razonamiento lógico 0%, algoritmos 8.3 %), lo cual se puede explicar porque la esencia de la prueba de algoritmos se fundamentó en la estructura de programación más que en la lógica. En términos generales se puede decir que existe una hipótesis referente a que existe un potencial aparente de evolución en la lógica de programación mayor en el grupo de metodología basada en la pedagogía tradicional que en la metodología activa. En cuanto a matemáticas se observa un mejor rendimiento en el grupo de metodología basada en la pedagogía tradicional y en circuitos ocurre lo contrario, lo que

puede deducir que con dicho bagaje matemático permite tener un mejor desempeño en el área de circuitos, el cual es ligeramente mayor en la metodología basada en la pedagogía tradicional que en la metodología basada en la pedagogía activa.

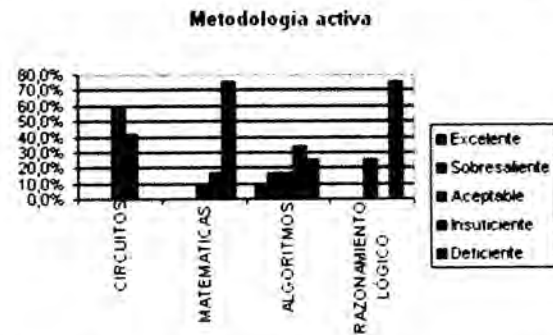


Figura 1. Prueba de entrada en la metodología activa.

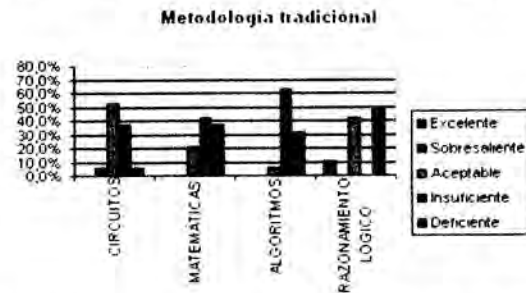


Figura 2. Prueba de entrada en la metodología tradicional.



Figura 3. Prueba final en la metodología activa.

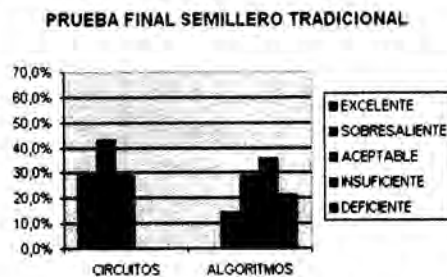


Figura 4. Prueba final en la metodología tradicional.

Características resaltantes de las metodologías

Frente al modelo de evaluación para los alumnos en ambos grupos, se destaca en la metodología activa, que el docente realizó un seguimiento que permitió reconocer la evolución del aprendizaje de cada estudiante y de cada equipo de trabajo; esto permitió identificar debilidades y fortalezas tanto individuales como colectivas, cumpliendo una función mas de orientación en la formación. Mientras en la pedagogía tradicional primó los resultados finales de aprendizaje, mediante pruebas de conocimiento, y en los laboratorios prácticos finales donde se destacaron algunos alumnos; pero a nivel general no fue posible realizar un proceso de seguimiento a los alumnos a nivel individual y grupal, pues hasta el desarrollo del proyecto final, fue extra-clase, dejando duda sobre la autenticidad de los resultados mostrados por algunos estudiantes en las exposiciones.

Los espacios de clase utilizados para las sesiones de pedagogía activa fueron el laboratorio CNC (son mesas, sillas y Salas de cómputo), que permitió el intercambio y facilitó el trabajo entre los equipos. Mientras los espacios, la distribución y ubicación de estudiantes en la pedagogía tradicional era de frente al profesor en la mayoría de las veces, y solo al final algunas clases utilizó el laboratorio.

La formación impartida en la metodología activa respondió a las necesidades de aprendizaje y formación de los estudiantes, estos se ve reflejado en el proceso y en la evaluación final de los estudiantes realizada al curso. (el puntaje es de 4.5), mientras que en la metodología tradicional no fue tan claro el conocimiento del docente sobre las necesidades de aprendizaje de los aprendices y solo se empezó a vislumbrar dicho aspecto al final del semestre, lo cual se explica en el resultado del proceso de aprendizaje reflejado en el proyecto y en la evaluación final de los estudiantes realizada al curso (el puntaje es 3)

Prueba técnica final

Al observar las pruebas finales de ambos grupos se encuentra una clara mejoría en su rendimiento si se compara con las pruebas 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.

Según la hipótesis inicial, 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 es ampliamente superado por la metodología basada en la pedagogía activa según los resultados de la prueba técnica final, lo cual puede deducirse según las evidencias debido a varios factores que puede influenciar en gran medida positiva o negativamente el proceso de aprendizaje, tales como el ambiente de aprendizaje generado por la metodología de trabajo, las relaciones entre el docente o facilitador y los aprendices, los conceptos de profesores externos al proceso que están relacionados con la actividad académica de los aprendices. En este caso la dinámica impuesta a través de la metodología produjo en gran medida, según la triangulación y los diarios de campo, el avance significativo en mayor proporción en la activa (con una media de 30 % aceptable con tendencia a sobresaliente) que la tradicional (con una media 35% insuficiente con tendencia a aceptable) pues en dicho caso los aprendices de la metodología basada en la pedagogía activa entendieron su rol y lo ejecutaron de la mejor manera posible. El tema de la influencia externa se puede tomar en cierta medida como una excusa de los aprendices que realmente no querían contribuir con cumplir los objetivos del semillero aunque no se puede descartar su incidencia en el proceso de aprendizaje pues de alguna manera predispone al facilitador. La razón de determinar que es mínimo el impacto se debe a que no fue tan marcado esta situación en la metodología activa como si en la metodología tradicional, este factor era permeable para ambos grupos pues dichos docentes externos incidían de igual forma para todos los aprendices de las dos metodologías.

5. CONCLUSIONES

En el desarrollo del proyecto se ha encontrado que los estudiantes se motivan a partir del planteamiento de nuevos retos tecnológicos cuyo objetivo es el cumplimiento de ciertas metas que implican el entendimiento y aprendizaje de temáticas relacionadas con las ciencias básicas y las ciencias experimentales.

El proceso desarrollado con los estudiantes en los últimos años ha generado cierto grado de evolución en su formación de investigadores a tal punto que se

han tenido reconocimientos en eventos académicos como el Congreso Nacional de Automática y en la industria con egresados trabajando en el área de diseño e investigación de Incolmotos, ACI, Termaltec, gracias al valor agregado que presentan en su formación como estudiantes investigadores en el semillero SAURO que se han basado en la mezcla de estrategias elaboradas en el proyecto desarrollado con estudiantes de Mecatronica.

Las habilidades técnicas de los estudiantes son complementadas con una formación integral basada en el trabajo en equipo, habilidades comunicativas y habilidades sociales teniendo en cuenta valores como respeto, responsabilidad y solidaridad.

AGRADECIMIENTOS

Se expresa agradecimientos al Centro de Investigaciones, a la Facultad de Mecánica, al Grupo de investigación GARPE y el Semillero de Automatización y Robótica (SAURO), quienes apoyaron este proyecto, cuyo resultado fue presentado como ponencia en el año 2009 en la Reunion Nacional y Expoingeniería ACOFI 2009, y en el Congreso Internacional de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

6. REFERENCIAS

- [1] D. Ausubel, J. Piaget, A. Zambrano, L. Vigotsky, El constructivismo segun Ausubel, Driver y Vygotsky, Actualidad Educativa (Santafe de Bogota), 1996, (3) pp. 20-31
- [2] CARRETERO, Mario. Constructivismo y Educación. Argentina: Ed Aique, 1994. 126 p.
- [3] FLOREZ OCHOA, Rafael- Hacia una pedagogía del conocimiento- McGraw Hill, Santa Fé de Bogota 2005
- [4] A. VÉLEZ, «Aprendizaje basado en proyectos colaborativos en la educación superior, Proyecto Conexiones», Universidad EAFIT-UPB-COLCIENCIAS año 1998.
- [5] E. Ruiz, et al., Robótica Pedagógica: Desarrollo de Entornos de aprendizaje con Tecnología, Bilbao 2006