

**Nelson Barrera Lombana**  
Universidad Pedagógica y  
Tecnológica de Colombia  
barreranelson@hotmail.com

Artículo de Investigación

Recepción: 16 de junio de 2014  
Aprobación: 27 de octubre de 2014

Praxis  
& Saber

Revista de Investigación y Pedagogía  
Maestría en Educación. Uptc

## USO DE LA ROBÓTICA EDUCATIVA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA EN EL AULA

### Resumen

En el presente texto se aborda una investigación de corte cualitativo, de investigación-acción en el aula, que propone actividades lúdicas con robots educativos como pilar de la educación en tecnología, y que tiene como objetivo motivar a los estudiantes y a los educadores para que formulen y apliquen estrategias educativas innovadoras que utilicen como instrumento didáctico plataformas robóticas y dispositivos tecnológicos que hayan concluido su vida útil. De este modo se busca provocar en los estudiantes de educación básica, entusiasmo por desarrollar habilidades que les permitan la construcción de saberes, para dar un uso fundamentado, responsable y crítico a la tecnología. Adicionalmente, la propuesta didáctica involucra a los estudiantes en actividades lúdicas con robots educativos para que desarrollen conceptualizaciones que les permitan abordar problemas cotidianos relacionados con el adecuado uso de la tecnología.

**Palabras clave:** educación, robótica, cognición, juego educativo.

## USE OF EDUCATIONAL ROBOTICS AS A TEACHING STRATEGY IN THE CLASSROOM

### Abstract

This text presents a qualitative classroom action research proposing recreational activities with educational robots as the foundation of technology education. It aims to motivate students and teachers to formulate and apply innovative educational strategies in which robotic platforms and technological devices whose useful life is over are used as a teaching tool. Thus it seeks to get basic education students excited about developing skills to build knowledge for an informed, responsible and critical use of technology. Additionally, the didactic approach involves students in recreational activities with educational robots in order to develop conceptualizations helping them to address everyday problems related to the proper use of technology.

**Keywords:** education, robotics, cognition, educational game.

## UTILISATION DE LA ROBOTIQUE ÉDUCATIVE COMME STRATÉGIE DIDACTIQUE EN SALLE DE CLASSE

### Résumé

Dans le texte présent, on aborde une recherche de qualité, de recherche d'action en salle de classe, qui propose des activités ludiques, utilisant des robots éducatifs, comme base de l'éducation en technologie et qui a pour but de motiver les étudiants et les éducateurs afin qu'ils formulent et appliquent des stratégies éducatives innovatrices utilisant comme instrument didactique des plateformes robotiques

et des dispositifs technologiques qui ont terminé leur durée de vie utile. De cette manière, on cherche à provoquer chez les étudiants d'éducation élémentaire, un certain enthousiasme pour développer des aptitudes qui leur permettent de construire des savoirs, afin de donner une utilisation réfléchie, responsable et critique à la technologie. De plus, la proposition didactique implique les étudiants dans des activités ludiques utilisant des robots éducatifs pour développer des conceptualisations qui leur permettent d'aborder des problèmes quotidiens en rapport avec l'utilisation adéquate de la technologie.

**Mots clés:** éducation, robotique, cognition, jeu éducatif.

## USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO ESTRATÉGIA DIDÁTICA NA SALA DE AULA

### Resumo

O texto aborda uma pesquisa de corte qualitativa, de pesquisa-ação em sala de aula, que propõe atividades lúdicas com robôs educativos como base da educação em tecnologia, e que tem como objetivo motivar aos alunos e aos educadores a formular e aplicar estratégias educacionais inovadoras que usem como instrumento didático plataformas robóticas e dispositivos tecnológicos que tenham concluído sua vida útil. Desta forma se busca motivar nos alunos de ensino básico, entusiasmo para desenvolver habilidades que lhes permitam a construção de saberes, para dar um uso fundamentado, responsável e crítico à tecnologia. Além disso, a proposta didática envolve aos alunos em atividades lúdicas com robôs educativos para que desenvolvam conceitos que lhes permitam abordar problemas cotidianos relacionados com o adequado uso da tecnologia.

**Palavras chave:** educação, robótica, cognição, brinquedo educativo.

## Introducción

Recientemente las prácticas educativas tradicionales, antes unidireccionales y centradas en el maestro, se han visto alteradas por la inclusión de nuevas herramientas computacionales e informáticas, en donde emergen las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) como una alternativa a la que pueden acceder los alumnos como fuente de información. Esta situación ha hecho repensar la escuela, plantearse nuevos roles que otrora fueron tradicionalmente asignados a las instituciones, a los profesores y a los alumnos. La inclusión de las TIC en la educación ha llevado a una importante sofisticación en los procesos de enseñanza-aprendizaje, brindando nuevos materiales de apoyo didáctico (Esteinou, 1998).

La aparición de este andamiaje tecnológico como material de apoyo a los procesos educativos, ha dado origen a lo que se conoce como «Ingeniería educativa», que tiene como propósito encontrar nuevos enfoques didácticos usando componentes tecnológicos, haciendo de los desarrollos modernos, no solo el espacio para las aplicaciones que mejoren la calidad de vida de las personas, pues también se convierte en un espacio para la reflexión y la construcción de conocimiento (Galvis, 2007).

Una de las primeras manifestaciones de la ingeniería educativa, se conoce como «robótica educativa» que tiene por objeto poner en juego toda la capacidad de exploración y de manipulación del sujeto cognoscente al servicio de la construcción de significados a partir de su propia experiencia educativa. La robótica educativa parte del principio piagetiano de que no existe aprendizaje si no hay intervención del estudiante en la construcción del objeto de conocimiento (Ruiz, 2007). De esta forma, para que el aprendizaje se dé, es necesario que el discente se ubique dentro de la lógica de construcción del objeto o concepto de conocimiento, así, se debe «reinventar para aprender»; para propiciar estas condiciones se pueden crear ambientes que permitan el involucramiento inventivo del agente que aprende o hacer más directa la relación entre el objeto de conocimiento y el sujeto que aprende.

No obstante se debe resaltar que la «robótica educativa», como herramienta que apoya los procesos de enseñanza-aprendizaje desde la perspectiva educativa, toma la dimensión de medio y no de fin. No se busca que los estudiantes adquieran competencias en automatización industrial y control automático de procesos, solo se busca hacer de la robótica una excusa para comprender, hacer y aprehender la realidad. Así, desde el enfoque de la teoría

del desarrollo cultural de las funciones psíquicas de Vigotsky (Bermejo, 2003), la robótica se constituye en un medio de acción disponible en los procesos educativos, por el carácter activo, participativo y cooperativo de los estudiantes, favoreciendo su evolución desde un punto de desarrollo cognitivo real a un punto de desarrollo cognitivo potencial, mediante la interacción social con sus pares y con el docente, consiguiendo superar sus zonas de desarrollo próximo. En este punto es importante resaltar que en un comienzo el docente juega el papel de mediador, pero en la medida en que transcurre el proceso se transforma en un agente facilitador del proceso educativo.

Finalmente se debe mencionar que la propuesta presentada en este texto tiene por intencionalidad involucrar a los estudiantes en «actividades lúdicas con robots» educativos, buscando que desarrollen conceptualizaciones que les permitan abordar problemas cotidianos relacionados con el adecuado uso de la tecnología, ya que estos saberes se hacen indispensables en la interacción sociocultural y en la interacción con el entorno natural de los ciudadanos del siglo XXI. Adicionalmente se busca motivar mediante el estímulo de la curiosidad científica de los sujetos cognoscentes, la indagación, experimentación y construcción de saberes que disminuyan la distancia existente entre el conocimiento científico y los saberes usados por las personas en la cotidianidad. Para alcanzar estos fines se sugiere el uso de «la robótica educativa» como andamiaje instrumental, haciendo posible integrar y materializar algunos de los saberes abordados en otras áreas de formación de la educación básica y/o media.

## Metodología

Este es un trabajo investigativo de corte cualitativo, de investigación-acción en el aula, propuesto por Kurt Lewin (Flick, 2004), pues no existe una pretensión empírico analítica de poner a prueba teorías o hipótesis; se pretende propiciar la reflexión respecto a las práctica educativa, buscando comprender fenómenos sociales para, de esta forma, identificar rutas de acción que permitan a las personas mejorar su calidad de vida a partir del análisis que hagan de su contexto y de su propia experiencia. Se persigue una investigación orientada a la acción que emerja de la reflexión en la que investigadores e investigados intervienen activamente en la toma de decisiones, conduciéndolos a la solución de las problemáticas. Es de añadir que el conocimiento generado en la investigación busca el cambio en una permanente tensión dialéctica que se sostiene entre la teoría gestada y la práctica vivida.

En el presente trabajo se aborda el modelo de investigación-acción propuesto por Elliott (2000), que busca estudiar una situación social en un intento por mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, sin una pretensión referida a recopilar pruebas científicas de verdad que validen teorías e hipótesis para posteriormente aplicarlas en la práctica. Se busca gestar saberes que muestren su validez mediante la aplicación de los mismos, en el trozo de realidad del que emergieron.

La investigación planteada nace de una necesidad emergente en la base de la comunidad académica, como resultado de la permanente tensión dialéctica que sostienen la teoría y la práctica educativa, como lo señala Moreno (2005). Es así como surgen ideas que aunque están lejos de eliminar las dificultades al interior de la escuela, representan un pequeño y moderado paso en la búsqueda de tal fin. Entonces nace como propuesta la creación de ambientes para la enseñanza, de carácter lúdico, empleando «robots educativos» como instrumentos didácticos, creando rutas que permitan abordar el conocimiento como un todo, carente de fragmentos, utilizando como derrotero las teorías del aprendizaje y el construccionismo de Papert (1995) y, así, crear nuevas estrategias que den como resultado la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En la ejecución de la propuesta educativa, como se ha indicado previamente, se adopta la propuesta formulada por Elliott (2000), adaptada a la problemática particular que es abordada, partiendo de la formulación de una estrategia de solución que pretende motivar a los estudiantes, permitiéndoles explorar su dimensión lúdica, usando como instrumento didáctico la robótica educativa. El proyecto se desarrolló mediante fases constitutivas entre sí que a su vez permitieron la culminación del mismo; estas son:

1. Fase uno: planteamiento de una propuesta de investigación. Esta propuesta nace de la necesidad de nuevas estrategias didácticas identificadas al interior de la comunidad educativa en el área de influencia del Grupo de Investigación en Robótica y Automatización de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (GIRA-UPTC). La problemática emerge de la interacción de investigadores con comunidades educativas en proyectos de investigación previos. A partir de estas experiencias se identifica un objeto de estudio, se hace el planteamiento de una propuesta de investigación y se define la intencionalidad de la misma. Se contextualiza la propuesta investigativa mediante la consulta de referentes conceptuales pertinentes como medio para alcanzar los objetivos propuestos.

2. Fase dos: con base en las pruebas piloto realizadas y en la conceptualización y referentes teóricos abordados se elaboran los planes de acción y el diseño de ambientes para el aprendizaje lúdico, que hagan uso de la robótica educativa como instrumento de aprendizaje.
3. Fase tres: interacción de la población destinataria con el ambiente para el aprendizaje diseñado, recolección de información, análisis de la misma y sistematización de la experiencia.
4. Fase cuatro: cualificación final acerca del impacto del trabajo en la comunidad de la que surgió la necesidad y que posteriormente fue destinataria del diseño del ambiente para el aprendizaje lúdico.

## La población

La población estuvo constituida por 61 estudiantes de preescolar, grados 1.º, 2.º y 3.º y 27 estudiantes de grados 4.º y 5.º de educación básica primaria; la razón más importante para haber seleccionado los grupos de trabajo estuvo sujeta a la receptividad de las directivas con la propuesta, más que algún interés investigativo en particular.

Dentro de las instituciones que se acogieron a la convocatoria para trabajar con estudiantes de preescolar y básica primaria están:

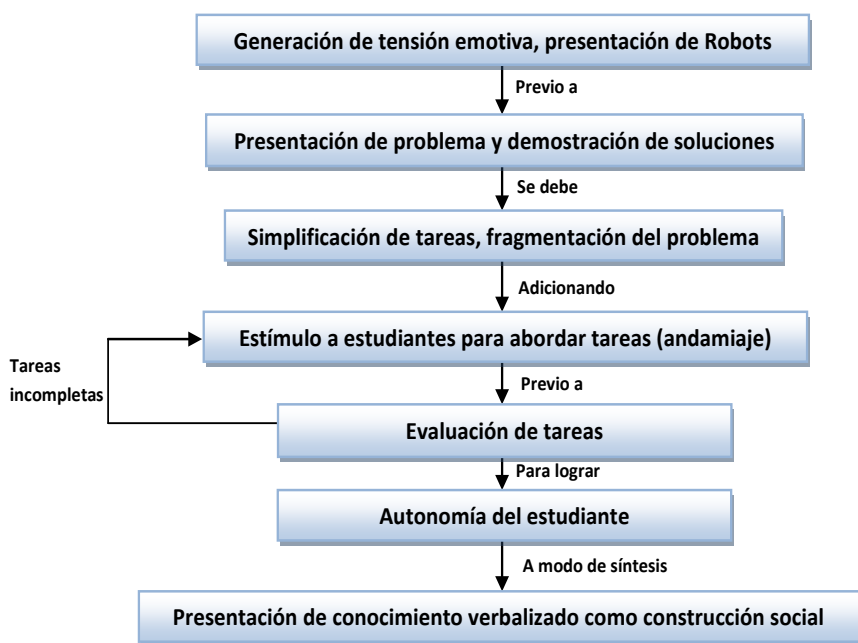
1. Colegio Nacionalizado Lisandro Cely, sección primaria. Mongua, Boyacá.
2. Institución Educativa Técnica Gustavo Jiménez, sede La Manga, grado preescolar. Sogamoso, Boyacá.
3. Colegio Gabriel Camargo Pérez. Sogamoso, Boyacá.

Previo al inicio de las actividades se realizaron encuestas en los diferentes grados, formulando a los niños preguntas de forma general: ¿Qué conocían acerca de la robótica? Y sobre su interés intrínseco en que las diferentes clases se realizaran usando la dimensión lúdica que proporcionaba la robótica, usando como instrumentos de enseñanza plataformas electromecánicas. Los resultados se pueden resumir en que estaban «fascinados» con esta propuesta. Al igual que a los jóvenes de pregrado, a los niños de primaria la posibilidad de aprender jugando les hacía sentir pasión por lo que iban a aprender, estaban ansiosos por ingresar al ambiente para el aprendizaje diseñado para ellos.

En primera instancia se realizó una capacitación a los docentes en el área de robótica educativa, se les expuso la idea y los alcances de la misma. Adicionalmente se elaboró material de apoyo para esta tarea que incluyó presentación inicial, fundamentación teórica acerca de aspectos propios de

la ingeniería, y fundamentación en ambientes lúdicos para el aprendizaje mediante videos de soporte y trabajo práctico con plataformas robóticas de propiedad del grupo GIRA-UPTC. El modelo de ambiente para el aprendizaje lúdico que se materializó en la propuesta es adaptado de la propuesta realizada por Bruner sobre el uso del juego como andamiaje (Velásquez, 2008), representado en el mapa conceptual que se aprecia en la figura 1.

Figura 1. Mapa conceptual de la propuesta de Bruner, adaptada al diseño de ambiente para el aprendizaje en los talleres de robótica educativa.



Fuente: Elaboración propia.

La técnica de recolección de información empleada se remite a la observación participante propuesta por Bonilla & Rodríguez (1995); con la información recopilada se realiza la correspondiente tabulación y análisis de datos. En la tabla 1 se aprecia la guía de observación participante sobre la que se soportó en primera instancia la recolección de datos.



Tabla 1. Guía de observación participante propuesta por Bonilla y Rodríguez

<b>Guía de observación participante.</b>		
Fecha:	Hora de Inicio:	Hora de cierre:
Institución educativa:		Duración:
Descripción de la observación:		
Lugar de la observación:		Número de asistentes:
Nombre de los asistentes:		
Actividad:		
Observación:		

Fuente: Elaboración propia.

Concluida la capacitación de los docentes facilitadores de los procesos educativos se procedió a indagar acerca de los conocimientos previos que formaban parte de la estructura cognoscitiva de los estudiantes y de sus intereses educativos y lúdicos (Ausubel, 2002). Esta información se reunió interrogando a los discentes acerca de lo que conocían del tema de robótica, utilizando el dibujo como forma de expresión, pues, como señala Goodnow (2001), este le da al estudiante de corta edad la oportunidad de superar obstáculos que se presentan en el diálogo verbal, superando barreras creadas por la inhibición de expresión a causa de sentirse intimidados por el entrevistador, por el profesor o por sus compañeros, lo que coartaría su capacidad expresiva. En la figura 2 se puede apreciar una muestra de los resultados de esta técnica de indagación.

Figura 2: Conceptos previos respecto a lo que los niños consideran que es un robot



Adicionalmente, luego de la recolección de información, y como una forma de motivar a los niños, se realizó una muestra de las plataformas con que contaba el grupo GIRA-UPTC. Dentro de estas se destaca el robot NXT V1.0 y el NXT V2.0 de la empresa Lego (disponible en [www.lego.com](http://www.lego.com)), plataformas diferenciales, varios robots hexápodos fabricados por integrantes del semillero de investigación GIRA-UPTC, y otros fabricados por la empresa Robotis (disponible en [www.robotis.com](http://www.robotis.com)). Posterior a la jornada de presentación de los robots, en la que básicamente se pretende motivar a los estudiantes, se procede a recoger información respecto a los efectos del evento, usando como técnica la entrevista no estructurada focalizada (Ander, 2003).

La guía de entrevista seleccionada es la propuesta por Bonilla & Rodríguez (1995) y aparece en la tabla 2.

Tabla 2. Guía de entrevista no estructurada focalizada propuesta por Bonilla & Rodríguez

<b>Guía de entrevista no estructurada focalizada.</b>		
Fecha:	Hora de inicio:	Hora de cierre:
Institución educativa:		Duración:
Aspectos a indagar en la entrevista:		

Lugar donde se realiza la entrevista:	Número de asistentes:
Nombre de los asistentes:	
Actividad:	
Notas de la entrevista, aspecto didáctico:	
Notas de la entrevista, apropiación de conocimiento:	
Notas de la entrevista, sensibilización de los estudiantes:	
Notas de la entrevista, aspectos emocionales:	

Fuente: Elaboración propia-

Concluida la etapa de capacitación de profesores, de la indagación sobre conocimientos previos de los estudiantes, y de la presentación de los robots en funcionamiento del grupo GIRA-UPTC, —con el fin de sensibilizar a los estudiantes y crear una tensión emotiva— se elabora un plan de trabajo a partir del cual se puede inferir la conformación de las estructuras cognitivas de los estudiantes (Ausubel, 2002), con base en la información recolectada mediante las técnicas aplicadas, mencionadas en párrafos anteriores. Teniendo en cuenta los recursos con que contaba el grupo GIRA-UPTC y las particularidades de las instituciones que acogieron la propuesta se procede al diseño de los talleres de robótica educativa. Como base teórica para la

planeación de actividades se adopta la propuesta de Bruner (Velásquez, 2008) combinada con el construccionismo de Papert (1995).

Con los ambientes para el aprendizaje diseñados se procede a la materialización de los mismos. Para ello les fue asignada una tarea a los estudiantes que en términos generales se componía de tareas más simples, con el objetivo de construir como producto final un robot, dependiendo de la complejidad del dispositivo; el número de tareas estaba sujeto a cambios. Las tareas asignadas consistían en:

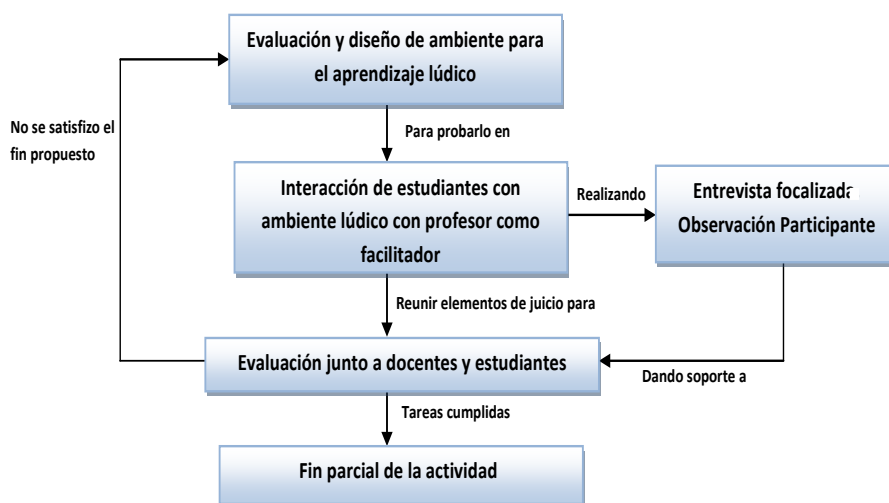
Tarea A: la tarea asignada consiste en construir un robot biomimético (Menéndez, 2010), que posea un diseño basado en la naturaleza, que esté en capacidad de moverse de forma automática, aunque con poca capacidad de procesamiento de información.

Tarea B: la tarea asignada es construir robots sobre la plataforma NXT V2.0 y V1.0 y con el software NXT-G, propiedad de la empresa LEGO (disponible en [mindstorms.lego.com](http://mindstorms.lego.com)), se deben programar rutinas básicas que controlen la operación del prototipo. Dentro de estas rutinas se hayan: dar un número programado de giros a la izquierda a la derecha, identificar colores y de acuerdo con el color realizar una tarea, dibujar figuras geométricas sobre una cartulina, realizar operaciones de acuerdo con la frecuencia sonora que reciban los sensores; así el prototipo debe operar de formas alternativas si se produce un aplauso o si la señal acústica procede de una fuente sonora de alta frecuencia que produzca un sonido agudo, como en el caso de un silbido. Es importante señalar que el prototipo robótico se debe construir a partir de la pieza más simple que permita la plataforma NXT, así que la actividad incluye trabajo mecánico, trabajo eléctrico y trabajo de programación.

Después de plantear las tareas para cada grupo se procede a la elaboración de ambientes para el aprendizaje lúdico (Velásquez, 2008) en los que estudiantes y docentes abordan actividades que tienen como finalidad la labor encomendada. En cada sesión se hizo uso de la observación participante que tiene como guía de observación el esquema que aparece en la tabla 1. Adicionalmente en la parte final de cada instrumentalización de la propuesta se realizan entrevistas focalizadas para recoger las impresiones de los estudiantes. La guía de entrevista es la que aparece en la tabla 2. En este punto se ingresa en un bucle en el que se realiza la actividad, se hace la evaluación junto al docente y a los estudiantes involucrados en las actividades lúdicas, se sigue con una nueva tarea, o, si la anterior no satisfizo los objetivos, se

reanuda con la misma estrategia o con una nueva, si así lo amerita la situación. Esta parte del proceso se puede resumir en el mapa conceptual de la figura 3.

Figura 3: Mapa conceptual, Actividades realizadas para cumplir con las tareas propuestas



Fuente: Elaboración propia.

Luego de que se satisficieron las tareas propuestas mediante los ambientes lúdicos para la enseñanza se evaluaron parcialmente los resultados, se hizo apropiación de conocimiento con la disculpa de la “robótica educativa”, se trabajó en pequeñas sociedades que permitieron llevar los saberes de lo interpersonal a lo intrapersonal (Vigotsky, 2003), se interactuó con el mundo de forma simbólica e instrumental (Papert, 1995), y se propendió por nuevas experiencias en los estudiantes que sirvieron de material para detonar su imaginación y la subsunción de nuevos conocimientos a su estructura cognoscitiva (Ausubel, 2002).

## Resultados

Tomando como referencia el planteamiento de la propuesta investigativa, la fundamentación teórica que respaldó la formulación de la misma y las particularidades del objeto-sujeto de investigación, se identificaron las categorías de análisis que conformaron el conjunto de unidades de sentido deductivas. Esto con el objeto de interpretar los fenómenos que sucedieron en los procesos de aprendizaje estudiados desde la perspectiva

de construcción social de conocimiento propuesta por Vigotsky (2003), en la que se relacionan el plano interpersonal (aspectos sociológicos) y el plano intrapersonal (aspectos psicológicos) con los saberes de los sujetos (aspecto intelectual), para hacer una descripción holística del proceso de construcción de conocimientos de los estudiantes, mediante actividades lúdicas con robots educativos, como una propuesta derivada del construccionismo de Papert (1995).

De esta forma, previo al proceso de recolección de datos del fenómeno estudiado, se establecieron las unidades de sentido deductivas, que a su vez se componían de subcategorías deductivas que fueron clasificadas en tres grandes categorías, así: a) unidad de sentido psicológica que se compone de las categorías actitudinal, emocional y motivacional; b) unidad de sentido intelectual, integrada por las categorías interpretativa, argumentativa y propositiva; y c) unidad de sentido sociológica, compuesta de las categorías inclusiva y cooperativa. Con base en estas unidades de sentido se desarrollaron las siguientes actividades: observaciones participantes y orientación de entrevistas no estructuradas focalizadas. A partir de los datos recopilados, tabulados e interpretados, emergieron las unidades de sentido inductivas, que son manifestaciones a nivel pormenorizado de las unidades de sentido deductivas, estas surgen de la praxis investigativa. Un resumen de la forma como se categorizó la información se puede apreciar en la tabla 3.

Tabla 3. Recopilación de unidades de sentido deductivas e inductivas

Categorización de la información			
Unidades de sentido deductivas			Unidades de sentido inductivas
Psicológica	Actitud	Proactiva	Seguridad en participaciones Entusiasmo en las actividades Perseverancia alcanzando objetivos
		Reactiva	Apatía, aburrimiento
	Emoción	Primarias	Enojo, angustia
		Secundarias	Alegría, satisfacción Vergüenza que causa inhibición
	Motivación	Intrínseca	Interés que causa atención
		Extrínseca	Estímulo de docentes

Intelectual	Interpretar	Simultánea	Conocimiento previo Asociación de saberes
		Consecutiva	Creatividad en construcciones
	Argumentar	Positiva	Conceptualizar experiencias
		Negativa	Experiencias previas
	Proponer	Autónoma	Actividades nuevas
		Asistida	Estrategias de acción
Sociológica	Inclusión	Individual	Integración con equipo de juego
		Grupal	Interacción con otros equipos
	Cooperación	Horizontal	Estudiante-estudiante
		Vertical	Docente-estudiante

Fuente: Elaboración propia.

Se debe señalar que las unidades de sentido deductivas emergieron de la teoría consultada, teniendo en cuenta las facetas que interesaba estudiar del fenómeno abordado, en donde las dimensiones psicológica, intelectual y sociológica son protagonistas en la construcción de saberes por parte de cualquier grupo humano que interactúa persiguiendo este fin.

## Impacto de la experiencia

La experiencia que hizo parte de la investigación logró impactar a la comunidad implicada, transformando su práctica educativa, pues se identificaron rutas de acción que permitieron a los docentes, discentes e investigadores, abordar actividades que involucraron la tecnología de manera fundamentada, permitiendo diseñar y abordar actividades lúdicas con robots educativos que promovieron el aprendizaje significativo a partir del análisis del contexto y de los saberes emergidos de la praxis educativa, soportada en los referentes conceptuales sobre los que se construyó la propuesta. Adicionalmente la experiencia creó espacios que permitieron a los estudiantes orientar sus actividades de aprendizaje a partir de sus particularidades y de sus necesidades de formación, invitando a los discentes a transitar por un sendero de crecimiento personal en torno a su dimensión lúdica, involucrando el quehacer científico y el descubrimiento, que se tradujo en saber práctico y en saber conceptual construido sobre la interacción social argumentada de los estudiantes, investigadores y docentes. Además, la experiencia rompió la monotonía de las clases ya que se usaron instrumentos didácticos que en la mayoría de situaciones fueron novedosos para los estudiantes y para los docentes, permitiendo materializar el construccionismo de Papert (1995) con las orientaciones de Bruner (1984) y con el derrotero marcado por las teorías cognitivas abordadas, logrando actitudes significativas de aprendizaje

en los estudiantes y alcanzando importantes niveles de motivación mediante las actividades de sensibilización que, en opinión de los educandos, atacaron de forma directa algunas de las monótonas prácticas educativas en las que se ven involucrados de forma regular.

Desde la perspectiva del refuerzo de contenidos del currículo, la experiencia con robots educativos permite que los estudiantes involucren en sus actividades, saberes y habilidades de diferentes disciplinas que hacen parte del plan de estudios, así, los estudiantes relacionan el conocimiento abordado en la actividad lúdica con el conocimiento asociado a su estructura cognoscitiva, de forma holística (Papert, 1995), favoreciendo el desarrollo de estrategias de solución de problemas que integran las particularidades y los conocimientos de los grupos de sujetos cognoscentes involucrados; construyendo soluciones mediante planteamientos argumentados que, en comienzo, surgen del plano interpersonal con la interacción social, y que son asimilados posteriormente en el plano intrapersonal.

Desde la perspectiva de los estudiantes se debe mencionar que estos lograron conformar equipos con sus pares, colaborando en el aprendizaje del grupo del mismo modo que el colectivo de discentes colaboró con el aprendizaje de cada uno de los educandos involucrados en las labores lúdicas, observando de forma directa en la praxis educativa el valor de la construcción social argumentada de saberes y las limitaciones de las construcciones individuales.

Así, a partir de la praxis educativa y mediante los ambientes lúdicos para el aprendizaje, los estudiantes construyeron conceptualizaciones y proposiciones que dieron como resultado una representación propia de la ciencia y la tecnología, manipulando de forma simbólica e instrumental robots educativos para resolver problemas concretos, mediante el uso de plataformas robóticas del grupo GIRA-UPTC o robots educativos construidos por estudiantes con materiales reciclados, dando un nuevo valor a los elementos de desecho de los hogares y discutiendo su rol como actores principales en el impacto que tiene el uso de la tecnología en el medio ambiente, y cómo esta se puede emplear de forma fundamentada y responsable.

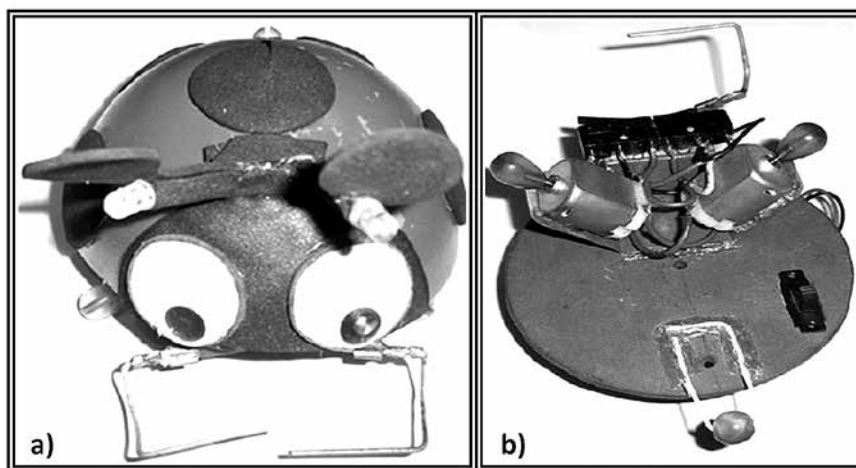
Adicionalmente, en las actividades lúdicas con robots educativos se privilegió la construcción de saberes en equipo, logrando que los estudiantes encontraran sentido al trabajo colectivo y emplearan procesos metacognitivos para dar significado a las construcciones intrapersonales de conocimiento, partiendo de la autoconfianza y la responsabilidad del sujeto cognoscente



y del equipo de discentes, abordando diferentes actividades educativas en forma cooperativa, logrando la regulación autónoma por parte de los grupos de estudiantes y la construcción social de saberes sobre la praxis compartida por los educandos. Esto implicó una permanente interacción cognitiva interpersonal e intrapersonal entre los equipos de discentes que fue potenciada no solo por la manipulación de plataformas robóticas educativas, pues también intervinieron herramientas comúnmente usadas por los estudiantes, disponibles en Internet, como wikis, chat, blogs, facebook, redes sociales, etc.

Desde la dimensión puramente instrumental los estudiantes elaboraron plataformas robóticas educativas, construidas como producto de su labor, y fueron socializadas permanentemente; una muestra significativa de las construcciones de los discentes involucrados en la experiencia se muestra en la figura 4.

Figura 4. a) Robot educativo biomimético tipo «mariquita» construido por estudiantes del grupo A. b) Parte inferior del robot.



Finalmente se debe mencionar que el trabajo de campo fue realizado durante un lapso de tiempo de un año, con una periodicidad de una sesión mensual, dadas las limitaciones económicas con que fue materializado el mismo. Es pertinente mencionar que los maestros de las instituciones educativas fueron agentes activos del equipo investigador ya que mucha de la información recopilada fue recogida por ellos; adicionalmente se debe mencionar que no

participaron en el análisis de datos pero sí fueron protagonistas en el diseño de las actividades en el aula.

## Conclusiones

Se gestaron nuevos espacios de encuentro en los que educadores y estudiantes pasaron de una relación de asistencia vertical a una relación de confianza y empatía en la que fue permanente la cooperación horizontal; estos espacios se propiciaron a través de las interacciones docente-discente en las actividades lúdicas y de evaluación participativa con las que concluyeron los eventos educativos, causando una ruptura en los canales unidireccionales de comunicación que de forma regular se establecen en las aulas de clase en donde solo hay un emisor (el profesor) y un receptor (el estudiante). Tuvo lugar así un nuevo modelo de comunicación bidireccional en el aula en el que cada sujeto juega el rol de fuente y de receptor de información, permitiendo a los educandos expresar sus opiniones y sugerencias, planeando o modificando actividades a partir de las tensiones dialógicas y dialécticas establecidas en las discusiones con las cuales finalizaron las actividades lúdicas con robots educativos.

La investigación evidenció en la praxis educativa la importancia de la interacción social en la construcción de saberes por parte de los estudiantes. Es necesario aclarar que no todas las interacciones sociales de discentes concluyeron con construcción de conocimiento, ya que se observaron situaciones en las cuales la interacción entre educandos dispersó la atención de los mismos o causó inhibición en otros; esta situación fue reiterativa en las discusiones que se dieron en las primeras actividades lúdicas y fueron desapareciendo en la medida en que los estudiantes participaron en nuevas experiencias de este tipo, por lo que se infiere que las construcciones sociales de saberes requieren experiencia previa y formación adecuada en los sujetos involucrados. Estas situaciones fueron asistidas de forma asertiva por los docentes, quienes guiaron a los estudiantes hasta que estos fueron adquiriendo la capacidad de regularse de forma autónoma.

Las actividades de sensibilización previas a las actividades lúdicas con robots educativos mostraron ser fundamentales para causar una tensión emotiva en los estudiantes, logrando una actitud significativa de aprendizaje, pues los discentes se mostraron motivados cuando de forma explícita e implícita se indicó el uso de los saberes abordados y estos usos fueron de su interés.

Finalmente se puede concluir que la experiencia logró motivar a estudiantes, educadores e investigadores, para plantear acciones que permitieran la comprensión y la apropiación, además del uso fundamentado y responsable de la tecnología, desde el enfoque de las relaciones que se establecen entre los sujetos para enfrentar los problemas, solucionándolos mediante la invención, estimulando la potencialidad creativa de los individuos.

## Referencias

- ANDEREGG, E. (2003). *Métodos y técnicas de investigación social*. México: Grupo Editorial Lumen.
- AUSUBEL, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento, una perspectiva cognitiva*. México: Ediciones Paidós.
- BERMEJO-SÁNCHEZ, S. (2003). *Desarrollo de robots basados en el comportamiento*. España: Universidad Politécnica de Cataluña.
- BONILLA-CASTRO, E. & RODRÍGUEZ-SEHK, P. (1995). *Más allá del dilema de los métodos, la investigación en ciencias sociales*. Colombia: Editorial Norma.
- BRUNER, J. (1984). *Acción, pensamiento y lenguaje*. Madrid: Editorial Alianza.
- ELLIOTT, J. (2000). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Madrid: Ediciones Morata.
- ESTEINOU-MADRID, J. (1998). *Espacios de comunicación*. México: Universidad Iberoamericana.
- FLICK, U. (2004). *Introducción a la investigación cualitativa*. Madrid: Ediciones Morata.
- GALVIS, Á. H. (2007). *Fundamentos de tecnología educativa*. Costa Rica: Editorial EUNED.
- GOODNOW, J. J. (2001). *El dibujo infantil*. Madrid: Editorial Morata.
- MENÉNDEZ-VELÁZQUEZ, A. (2010). *Una revolución en miniatura, nanotecnología al servicio de la humanidad*. España: Editorial Maite Simón.
- MORENO-CASTAÑEDA, M. (2005). *Desarrollo de ambientes de aprendizaje en educación a distancia*. México: Textos de encuentro de educación a distancia; Universidad de Guadalajara.
- PAPERT, S. (1995). *La máquina de los niños: Replantearse la educación en la era de los ordenadores*. Barcelona: Editorial Paidós.
- RUIZ-VELASCO-SÁNCHEZ, E. (2007). *Educa trónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. México: Ediciones Díaz Santos; UNAM.
- VELÁSQUEZ-NAVARRO, J. J. (2008). *Ambientes lúdicos de aprendizaje diseño y operación*. México: Editorial Trillas.

Nelson Barrera Lombana

VIGOTSKY, L. S. (2003). *Imaginación y creación en la edad infantil*. Argentina: Editorial Nuestra América.