

**EDUCATIONAL ROBOTICS AS A TEACHING TOOL ALTERNATIVE IN
BASIC EDUCATION****LA ROBÓTICA EDUCATIVA COMO INSTRUMENTO DIDÁCTICO
ALTERNATIVO EN EDUCACIÓN BÁSICA****MSc. Luis Ariel Mesa Mesa, MSc. Nelson Barrera Lombana**

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
Grupo de Investigación en Robótica y Automatización Industrial GIRA.
Calle 4 Sur No. 15-134. Sogamoso, Boyacá, Colombia.
Tel.: +(57) (8) 770 1643, Fax: +(57) (8) 743 0953, Ext. 212.
E-mail: luisarielmesa@yahoo.es nelson.barrera@uptc.edu.co

Abstract: This paper summarizes some of the strategies used by the Group for Research in Robotics and Industrial Automation GIRA of the Pedagogical and Technological University of Colombia UPTC, for the training of young researchers in educational level of basic education where activities are proposed playful with educational robots as a pillar of education in technology and aims to encourage students and educators to develop and implement innovative educational strategies, to use as a teaching tool, robotic platforms and technological devices that have completed their useful life, to thereby cause learners in primary and secondary education, enthusiasm for developing skills to the social construction of knowledge argued, to use informed, responsible and critical of the technology.

Keywords: Education, robotics, knowledge construction, recreational activity.

Resumen: Este artículo, sintetiza algunas de las estrategias empleadas por el Grupo de Investigación en Robótica y Automatización Industrial GIRA de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia UPTC, para la formación de jóvenes investigadores en instituciones educativas de nivel de educación básica. Se proponen actividades lúdicas con robots educativos como pilar de la educación en tecnología, buscando motivar a los estudiantes y educadores, para que formulen y apliquen estrategias educativas innovadoras, que utilicen como instrumento didáctico, plataformas robóticas y dispositivos tecnológicos que hayan terminado su vida útil, para de este modo, provocar en los discentes de educación básica y media, entusiasmo por desarrollar habilidades que les permitan la construcción social argumentada de saberes, para dar un uso fundamentado, responsable y crítico a la tecnología.

Palabras clave: Educación, robótica, construcción de conocimiento, actividad lúdica.

1. INTRODUCCIÓN

Mediante actividades lúdicas con robots educativos, el grupo GIRA-UPTC materializa una propuesta educativa innovadora, que involucra a estudiantes del semillero de investigación y de

educación básica, en el desarrollo de actividades lúdicas con robots educativos, con el fin de formar nuevos investigadores, en donde los sujetos cognoscentes involucrados en la investigación, logren desarrollar conceptualizaciones que les permitan abordar problemas cotidianos

relacionados con el adecuado uso de la tecnología (Ruiz, 2007); 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 (Peña, 2005). Adicionalmente, se busca motivar mediante el estímulo de la curiosidad científica de los sujetos cognoscentes, la indagación, experimentación y construcción de saberes que hagan más corta la distancia existente entre el conocimiento científico y los saberes usados por las personas en la cotidianidad (Pardinas, 2005). Para alcanzar estos fines, se propone como instrumento didáctico, el uso de la tecnología materializada mediante actividades lúdicas con robots educativos, como área transversal, en la que se puedan integrar y materializar conocimientos abordados en otras áreas de formación de la educación básica a las que acceden los estudiantes (Pozo, 2007).

Adicionalmente, se debe señalar, que el sentido de esta investigación es ofrecer una herramienta didáctica y conceptual, que ponga a disposición de los docentes de educación básica, elementos de juicio, que les permitan educar en tecnología a los estudiantes, promoviendo la reflexión y la discusión acerca del uso responsable, adecuado y fundamentado de ésta; para que los debates argumentados provoquen cambios en la forma en que los ciudadanos comunes usan en su cotidianidad dispositivos y sistemas tecnológicos (Cutcher, 2005).

El presente trabajo, se suma a los aportes en el campo de la educación, que hace el grupo GIRA-UPTC; buscando mejorar la calidad de vida de personas que se encuentran en el área de cobertura de la universidad como parte de las actividades de extensión.

2. NECESIDADES EDUCATIVAS IDENTIFICADAS POR EL GRUPO GIRA - UPTC

En el año 2005, el Grupo de Investigación en Robótica y Automatización Industrial GIRA-UPTC, identifico el interés en la robótica por parte de un porcentaje importante de estudiantes y la inquietud de cómo ésta podía ser usada con fines académicos y didácticos.

La mirada se enfocó al exterior de la universidad, buscando trabajos que pudieran apoyar estos objetivos. La información fluyó, pues de inmediato el grupo se informó de trabajos realizados en

México en la UNAM (Ruiz, 2007), en Argentina (Veglia, 2007), en Costa Rica en la Fundación Omar Dengo; que maneja proyectos en robótica educativa a nivel continental (disponible en: www.fod.ac.cr), En el laboratorio de informática de la universidad de Maine USA (disponible en: www.umaine.edu), aplicaciones de robótica en la formación de médicos y cirujanos (disponible en: www.laerdal.com), y los módulos para infantes disponibles en el mercado de la empresa LEGO (disponible en: www.lego.com); que suministra plataformas de diferentes configuraciones con software diseñado para niños.

Luego de la documentación, el grupo de trabajo hizo notar que los dispositivos disponibles en el mercado, en general eran de tecnología cerrada y estaban fuera del alcance económico de la mayoría de la población académica en el área de influencia del grupo de investigación GIRA-UPTC, lo que limitaría la accesibilidad de la propuesta, ésta fue una barrera que se debió superar.

Hacia el año 2007 se propone dentro del grupo GIRA-UPTC, realizar el trabajo de investigación titulado: *Diseño e Implementación de un Robot Móvil Pedagógico Para La Enseñanza de Conceptos Básicos en el Nivel Preescolar de Algunas Instituciones Educativas de Boyacá*, de esta forma, el grupo de investigación pretendía abordar proyectos de investigación en educación, pero carecía de investigadores con la formación académica pertinente, se hacía un uso inadecuado del lenguaje y en general no existía una base conceptual adecuada para realizar investigación, que involucrara comportamientos humanos como objeto de estudio.

Para la fecha en que se plantearon las propuestas de investigación, no se conocía ni se comprendía en profundidad la base conceptual de la pedagogía y la didáctica, hasta esa fecha siempre fueron sinónimos. La única forma de hacer investigación hasta el año 2008, estaba soportada sobre el paradigma epistemológico positivista, formulando hipótesis y buscando argumentos para la validez o la no validez de la misma, pero ahora se abordaba un nuevo enfoque investigativo, que escapaba al paradigma que a la fecha había sido hegemónico al interior de la comunidad académica a la que pertenecía el grupo GIRA-UPTC. Abordar fenómenos de corte cualitativo estudiados por las ciencias sociales implicó experiencias nuevas, pero enriquecedoras, que brindaron al grupo la oportunidad de analizar algunos procesos sociales que ocurren cotidianamente (Moreno, 2005).

Desde la perspectiva gubernamental, es pertinente mencionar, que el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en nombre de la Presidencia de la República de Colombia publica en diciembre del año 2007 el documento: Orientaciones generales para la educación en tecnología. Ser competente en tecnología ¡Una necesidad para el desarrollo! (disponible en www.mineducacion.gov.co). Este documento expresa la necesidad del MEN, de motivar en general a la comunidad educativa para la comprensión y apropiación de la tecnología para la solución de problemas a través de la invención, estimulando las potencialidades creativas de los jóvenes, disminuyendo la distancia entre el conocimiento tecnológico y la cotidianidad, promoviendo la competitividad y la productividad, concediendo a la educación en tecnología su naturaleza interdisciplinaria y condición transversal en la educación básica y media, bajo el enfoque de las competencias, para introducir el país en la sociedad globalizada (James, 1996).

Para el MEN la educación, es uno de los derechos fundamentales de todo ser humano. Se debe resaltar, que además de ser competente en lectura y escritura, este concepto implica también entender, reflexionar y desarrollar competencias para la comprensión y la solución de problemas de la vida cotidiana.

Para el gobierno, la educación en tecnológica es un propósito inaplazable de la educación Colombiana. Esto implica más que tener capacitación puramente instrumental para el manejo de artefactos. Así, se debe hacer claridad en que desde la perspectiva del MEN, los estudiantes Colombianos deben ser motivados a través del estímulo de la curiosidad científica y tecnológica buscando que los nuevos saberes sean pertinentes con su contexto y contribuyan a satisfacer sus necesidades básicas, usando el conocimiento para tener estructuras cognoscitivas y meta-cognoscitivas que permitan hacer una mejor interpretación de los fenómenos naturales y sociales, materializando acciones coherentes y asertivas ante esta realidad (Bruner y Haste, 1990).

3. ACTIVIDADES EDUCATIVAS MATERIALIZADAS

Posterior a la identificación de necesidades educativas presentes en el entorno del grupo GIRA, y la proposición de la robótica educativa como instrumento didáctico viable, para propender por la educación en tecnología, integrando diferentes

áreas de conocimiento con que se ven involucrados los estudiantes, el grupo de investigación GIRA ha venido desarrollando hace más de seis años diferentes proyectos con instituciones educativas de Boyacá y especialmente de la provincia de Sugamuxi, buscando solucionar problemas derivados de dificultades en el aprendizaje de conceptos de ciencias y tecnología en niveles de básica primaria y secundaria, de este modo, se han desarrollado diversos ambientes para el aprendizaje basados en el “*aprender haciendo*” y el “*aprender jugando*” mediante la utilización de herramientas robóticas involucradas en actividades lúdicas.

Estos espacios se pueden enmarcar en los llamados “STEM fields” (*fields of Study in Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), campos de estudio en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas que han tenido un notable desarrollo y éxito en diversas áreas del educación alrededor del mundo. Estas actividades han permitido el establecimiento de vínculos entre los niños, docentes de instituciones educativas y docentes e investigadores del grupo GIRA-UPTC.

Los talleres de robótica educativa se han desarrollado con estudiantes diferentes niveles de formación, especialmente con niños de educación básica primaria, en la figura 1, se aprecian estudiantes interactuando con ambientes para el aprendizaje elaborados usando como instrumento didáctico, robots educativos (Veglia, 2007).



Fig. 1: Talleres de robótica educativa desarrollado con niños de preescolar y tercer grado de educación básica primaria de la I.E. Friedrich Froebel de Sogamoso.

Los ambientes para el aprendizaje con robots tienen como característica, atraer la atención de los niños, permitiendo enseñar diversos conceptos que resultarían complejos con estrategias didácticas convencionales (Papert, 1995).

La utilización de plataformas como Lego Mindstorms, Robolab de Lego y Bioloid, saca provecho de tener la apariencia de juguetes, además de no presentar riesgos para la integridad de estudiantes de educación básica.

Por otro lado, si se desarrollan talleres donde los estudiantes construyan robots básicos mediante el andamiaje del docente, se pueden traspasar un sinnúmero de zonas de desarrollo próximo (ZDP) y lograr experiencias relevantes que permitan aprendizaje significativo (Vigotsky, 1989), permitiendo afianzar no solo el área técnica, sino además, desarrollar habilidades de tipo personal y social como la capacidad de trabajo en equipo, constructos psicomotrices, constructos psicosociales, el planteamiento y desarrollo de proyectos de investigación entre otros. En la figura 2, se aprecia el resultado de algunas de las actividades lúdicas empleando la robótica educativa como instrumento didáctico (Vigotsky, 1995).

4. DISEÑO DE AMBIENTES PARA EL APRENDIZAJE USANDO ROBOTS EDUCATIVOS.

Los ambientes para el aprendizaje diseñados por el grupo GIRA-UPTC, usando como instrumento didáctico la robótica educativa, tienen por objetivo agrupar áreas del conocimiento como ciencias naturales, matemáticas y la tecnología, haciendo necesario que estos saberes no se aborden de forma fragmentada, pues es imperativo integrarlos, para que los individuos comprendan y utilicen estos conocimientos en su interacción sociocultural (Velásquez, 2008); así, la educación básica y media se convierte en un espacio imprescindible para la formación de ciudadanos críticos y responsables en el uso de diferentes sistemas tecnológicos, que estén en capacidad de evaluar las implicaciones ambientales y sociales del uso de la tecnología y actúen en consecuencia (Packman, 1996). Para el logro de las metas planteadas, se propone el diseño de actividades que se describirán en párrafos siguientes.



Fig. 2: Robot elaborado por estudiantes de nivel preescolar.

4.1 Método de trabajo.

Las actividades de robótica educativa se desarrollan mediante la participación activa de la comunidad objeto de estudio, el grupo de investigación GIRA y la caracterización del grupo de estudiantes que interactúan con el ambiente para el aprendizaje diseñado (Ortega, 1990).

La comunidad educativa está conformada por directivos, docentes, padres de familia y los estudiantes. El grupo de investigación GIRA está conformado por docentes investigadores, y semilleros de investigación. Estos semilleros son conformados por, estudiantes universitarios de semestres superiores y entusiastas estudiantes de primeros semestres.

En la figura 3 se aprecia de forma gráfica como se relacionan los actores involucrados en el proceso de planificación y desarrollo de los talleres de robótica educativa. Es importante resaltar, que los estudiantes de ingeniería de primeros semestres, se hacen protagonistas en las actividades de planificación, desarrollo y evaluación de los talleres, asistiendo a personas que guían el desarrollo de las actividades (docentes de primaria y secundaria), y relacionándose con conceptos y métodos de enseñanza (Moreno, 2000).

La creación de ambientes para el aprendizaje, involucra el desarrollo de diversas etapas diseñadas para cumplir con el objetivo fijado para las actividades. Estas etapas están articuladas de la siguiente manera:

- Planificación y concepción del taller.
- Diseño del taller.
- Producción de material necesario.
- Desarrollo de talleres
- Evaluación y socialización.

Estas etapas se describen a continuación.

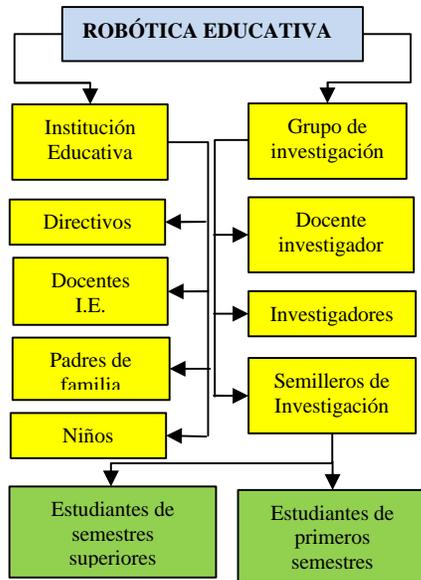


Fig. 3: Actores involucrados en el proceso de planificación y desarrollo de los talleres.

4.1.1 Planificación y concepción del taller

En esta etapa, los estudiantes del grupo de investigación GIRA, con el acompañamiento de los docentes de la institución educativa, establecen la dinámica orientada a satisfacer y cumplir los objetivos de aprendizaje previamente trazados para la actividad.

Se identifican e intervienen las amenazas potenciales que pueden llevar al fracaso de la actividad; se planifica cada una de las tareas, y se define su orden e importancia., contemplando además, los recursos necesarios para la ejecución de cada una. Se definen además los instrumentos y las técnicas que permitirán hacer seguimiento y evaluar las actividades propuestas (Martín y Onrubia, 2010).

4.1.2 Diseño del taller

Para el diseño de las actividades a realizarse en la institución educativa los responsables deben tener en cuenta y definir:

Estrategias y métodos de planeación y desarrollo de las actividades. Entre ellas están la asignación de roles y tareas, manejo del “aprender haciendo” y el “aprender jugando”, desarrollo de talleres de sensibilización, pedagogía, didáctica, etc. que permitan garantizar el adecuado cumplimiento de los objetivos propuestos.

Recursos. Se diferencian tres tipos: a) Material didáctico, (cuentos, rompecabezas, crucigramas, talleres de dibujo, maquinas simples, etc.) b)

Material audiovisual (videos, canciones, presentaciones, etc.) c) Prototipos robóticos (prototipos disponibles en el grupo GIRA, desarrollo de nuevos prototipos y utilización de plataformas Lego Mindstorms, Robolab de Lego y Biolod).

Técnicas e instrumentos de recolección de información, que permitan caracterizar muchos de los fenómenos que se dan en las actividades educativas desarrolladas (Ausubel, 2002).

Estrategias de socialización y divulgación de resultados. Se establecen los métodos y los medios con los cuales el proyecto se mostrara a la comunidad académica, investigativa y los que hacen parte de la institución educativa. Se contemplan además la generación de artículos y la participación en eventos especializados

4.1.3 Producción de material requerido

El desarrollo del material didáctico utilizado en la experiencia educativa, involucra tres elementos básicos; el académico, el científico y el tecnológico; debe existir claridad respecto a los conceptos que serán abordados, codificarlo a un lenguaje comprensible para los niños y buscar formas de materializarlo, teniendo en cuenta el contexto en que es aplicado y las limitaciones inherentes al mismo.

Los estudiantes en cuestión, participan activamente en la producción de prototipos robóticos a través de capacitaciones para montaje y programación de cada una de las plataformas LEGO y Bioloid que serán utilizadas en los talleres. Además, junto con la participación de los docentes de la institución educativa y la recopilación de información sobre las preferencias de los niños, participan en el desarrollo de prototipos robóticos básicos que el grupo GIRA produce para que sean posteriormente elaborados junto con los estudiantes de educación básica. Se han desarrollado a la fecha tres prototipos robóticos biomiméticos (Bermejo, 2003), estos son: un sapo, una mariquita y un gusano.

Se debe destacar la intencionalidad siempre presente, de hacer uso de las habilidades y potencialidades que posee cada persona, para utilizarlas en la elaboración de los instrumentos didácticos necesarios para los talleres, como canciones, cuentos, crucigramas, rompecabezas, aparatos y todo material de apoyo que apoye la enseñanza de conceptos de ciencia y tecnología, con la premisa de que los saberes abordados

puedan ser comprendidos y asimilados adecuadamente por los niños.

En esta labor el estudiante, andamiado por los miembros del grupo de investigación y la institución educativa se ve motivado a hacerse protagonista de su proceso educativo, construyendo por sí mismo, los conceptos que se están abordando y que estos nuevos saberes puedan ser codificados como conocimiento verbalizado (Ander, 2003).

4.1.4 Desarrollo de talleres

De acuerdo a la planificación, la asignación de roles y los recursos desarrollados, los estudiantes semilleros de primeros semestres de Ingeniería Electrónica, asisten al desarrollo de los diferentes talleres, que se planean en espacios propios del grupo GIRA-UPTC (ver figura 4) y se desarrollan en las instalaciones de la institución educativa en la que se aplican las actividades lúdicas con robots educativos.



Fig. 4: Estudiante de Ingeniería Electrónica planificando talleres.

El equipo de trabajo está conformado además, por uno o dos docentes investigadores del grupo GIRA y estudiantes de semestres superiores, pertenecientes al semillero de investigación que participan en la supervisión y desarrollo de las actividades (figura 5).

Como es de esperarse, también intervienen activamente los docentes y directivos de la institución educativa, aportando su experiencia y conocimiento del grupo de niños, indicando el lenguaje que debe ser utilizado para una correcta interacción con los discentes, para de esta forma hacer suficientemente productivo el ambiente para el aprendizaje diseñado.



Fig. 5: Niños asistidos por estudiante de Ingeniería Electrónica en el desarrollo de talleres.

Se debe resaltar, que algunos talleres requieren además la intervención de los padres de familia, que cooperan en las actividades de trabajo en casa y asisten a actividades de trabajo planeado y coordinado en la institución educativa. Así, se involucra a los niños en el mejoramiento de su dimensión social al tener que desenvolverse adecuadamente con diferentes actores del proceso educativo, logrando alcanzar una formación integral soportada en ambientes para el aprendizaje que usan como instrumento didáctico, la robótica educativa. En la figura 6 se ilustra la forma en que se relacionan los actores del proceso educativo.

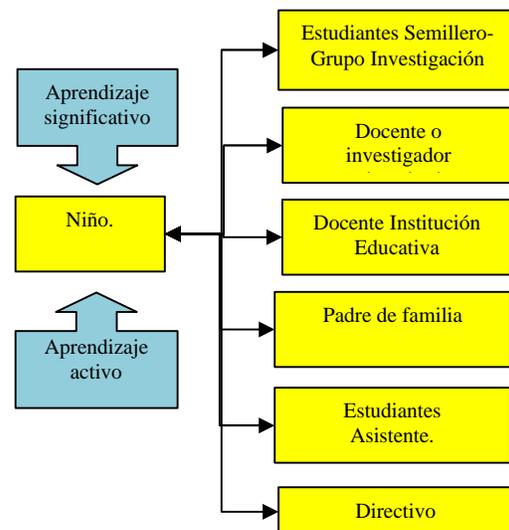


Fig. 6: Relaciones entre los actores del proceso educativo con robots.

4.1.5 Evaluación y socialización

De acuerdo a los instrumentos y técnicas de seguimiento establecidos y las herramientas de diagnóstico y verificación, la información recopilada se procesa y se evalúa para establecer los aciertos y desaciertos presentados en las

actividades así como el cumplimiento de los objetivos fijados. Se evalúa además el desempeño de las herramientas didácticas y los prototipos robóticos utilizados con el fin de establecer mejoras, complementos y el desarrollo de nuevo material.

Posteriormente, se procede a la realización de socializaciones en las que se involucra a: la institución educativa, la comunidad de padres de familia, el grupo de investigación y la comunidad investigativa universitaria. Adicionalmente, para dar a conocer los alcances de la propuesta educativa, se plantea la divulgación del conocimiento construido mediante ponencias y artículos en revistas regionales, nacionales e internacionales que aborden la robótica educativa como alternativa didáctica en la posmodernidad (Almenara, 2009).

5. RESULTADOS OBTENIDOS

La vinculación de estudiantes de primeros semestres de Ingeniería Electrónica de la UPTC, al proceso de formación del grupo GIRA, basado en ambientes de aprendizaje y en general, en los proyectos de robótica educativa, ha permitido generar espacios para la investigación, la recreación y sobre todo la comprensión y asimilación de conceptos de ingeniería a través de actividades que despiertan la motivación y el agrado, contribuyendo de esta forma, al fortalecimiento en las dimensiones intelectuales, personales, sociales y profesionales de cada individuo.

Para un estudiante de primeros semestres, mientras se realizan tareas como la de desarrollo de robots básicos o de material didáctico, implícitamente aparece la posibilidad de interactuar con campos de estudio como circuitos eléctricos, electrónica analógica, electrónica digital, programación e informática, matemática, física, mecánica, etc. permitiendo a futuro mejorar significativamente su desempeño como estudiantes y como futuros profesionales de ingeniería.

Un logro adicional del proyecto, es lograr que estudiantes de ingeniería logren la competencia de ser gestores de su aprendizaje y de tomar parte en la generación de su propio conocimiento; además de la capacidad que se desarrolla de forma intrínseca de relacionarse adecuadamente con los miembros de su comunidad académica y establecer relaciones dialécticas y dialógicas con sus pares

permitiendo la construcción argumentada de nuevo conocimiento.

Se debe destacar el hecho de que se han aplicado con éxito, conceptos de ingeniería, las habilidades, competencias y los conocimientos de los integrantes del grupo GIRA para desarrollar actividades que buscan satisfacer algunas de las necesidades de la comunidad académica adyacente a la universidad, en niveles de educación básica, logrando superar inconvenientes en el aprendizaje de conceptos de ciencia y tecnología usando como instrumento didáctico la robótica educativa.

De otro lado, se debe resaltar que en los talleres realizados, los niños no fueron agentes pasivos sobre los que se depositaron conocimientos, fueron propositivos, generaron iniciativas para hacer adaptaciones a los robots usados en las actividades, sugirieron variaciones a los juegos propuestos y en general, protagonizaron su propia experiencia de aprendizaje.

Se evidenció en los estudiantes de básica primaria, un alto grado de interés, entusiasmo y curiosidad por el aprender con actividades lúdicas mediante las plataformas robóticas. A pesar de que un buen número de discentes manifestó conocer estos sistemas a través de películas como Matrix o Transformers, otro número reducido de educandos indicó, que cuenta con algunos juguetes de este tipo (siendo sistemas cerrados que permiten una limitada interacción), reiteran que nunca habían tenido la oportunidad de manipularlos e interactuar con ellos con fines de aprendizaje a este nivel (programación, estudio de las partes que los conforman etc.)

A juicio de los docentes, la iniciativa de complementar sus clases con herramientas didácticas de este tipo, dado el marcado interés evidenciado en los niños frente a este tipo de actividades es desde el punto de vista educativo, de alto valor didáctico.

Adicionalmente, manifestaron que en un principio se sintieron ajenos a este tipo de dispositivos, pero posterior al desarrollo de las actividades, los asumen como una alternativa didáctica viable y pertinente en un sin número de circunstancias educativas. Resaltaron como, mediante la robótica educativa y con procedimientos sencillos de manera indirecta se introduce al niño en conceptos más complejos de matemáticas y ciencias naturales, sin embargo, añadieron que a pesar de la similitud con los sentidos y habilidades humanas

tales como la identificación de colores, obtención de sistemas de locomoción y producción de sonidos, siempre debía explicarse a los discentes que las plataformas solo son máquinas programables, que a diferencia de los niños, no pueden sentir ni pensar.

En la tabla 1 se listan algunas de las necesidades identificadas mediante la experiencia, siendo un elemento de gran importancia en los resultados alcanzados con la experiencia.

Tabla 1: Necesidades identificadas a través de la experiencia educativa.

Algunas necesidades identificadas por la experiencia
Se debe destacar que uno de los hallazgos que más llamo la atención del grupo GIRA, fue el volumen de saberes con que contaban los niños, procedentes del cine, de esta forma, se posiciona este medio, como uno de los elementos de más difusión de la cultura de una sociedad, por lo que se hace necesario gestar espacios en que los niños tengan acceso a material filmico que promueva su pertinente educación.
La fragmentación de los saberes en la escuela hace que los sujetos cognoscentes no agreguen a su estructura cognoscitiva lo abordado en las diferentes asignaturas; en este punto, la robótica educativa aparece como una excelente y eficaz excusa para materializar todo lo aprendido, de forma transversal e integradora.
Se destaca el carácter proactivo de los discentes, de esta forma, se hace necesaria la gestación de actividades que promuevan la participación activa de los estudiantes en todas las etapas, desde la creación, el desarrollo y la ejecución de la actividad, hasta la evaluación de la misma.
Se requieren nuevas estrategias didácticas, para hacer frente a retos presentes en sociedades posmodernas, pero se evidencio que es común que algunos docentes sean ajenos a actividades que involucren el uso de la tecnología, desde la perspectiva de diseñador antes que de la de usuario; la robótica educativa mostro ser un puente para acercar la escuela al uso fundamentado y crítico de la tecnología.
Se hace necesaria dotación adicional en la mayoría de las instituciones educativas de educación básica, pues fue evidente que una de las barreras que traumatizo en el desarrollo de las actividades fue la carencia de material de apoyo y de personal que pudiera atender de forma simultánea a la totalidad de estudiantes; este obstáculo fue superado con la ayuda de los estudiantes del semillero, pero es evidente que para un docente en solitario, la actividad puede resultar extenuante.

Finalmente se debe resaltar que las actividades desarrolladas han resultado tan exitosas que han logrado que estudiantes de otros programas como contaduría pública, ingeniería industrial, ingeniería electromecánica, licenciatura en educación básica, se dejen cautivar por las actividades y se hayan vinculado con el proceso de formación del grupo. Actualmente el grupo GIRA-UPTC sede seccional Sogamoso, es el grupo con mayor cantidad de estudiantes semilleros de investigación (más de 35 para el segundo semestre de 2012) y más de la mitad, son miembros que no superan el quinto semestre académico.

6 CONCLUSIONES

La experiencia innovadora, permitió que los estudiantes, manipularan, operaran y controlaran sistemas multivariados de forma concurrente, esto fue posible mediante la representación grafica de los fenómenos y la posibilidad inmediata de observar el sistema robótico en operación, permitiendo controlar de forma síncrona las variables involucradas en el funcionamiento de los robots educativos, representando las interacciones entre variables de forma simbólica; de esta forma, con base en la manipulación instrumental y abstracta, los estudiantes comprendieron los fenómenos involucrados y lograron modificarlos de acuerdo a sus necesidades e intereses, de forma fundamentada.

Adicionalmente, la actividad innovadora, permitió a los equipos de estudiantes, superar la dicotomía presente en las manipulaciones instrumentales y simbólicas, logrando que los discentes desarrollaran estrategias propias, para dar solución a los problemas planteados, de acuerdo con sus saberes previos, construyendo de esta forma, conocimiento significativo que se pudo asociar con la estructura cognoscitiva de los educandos. Esto se debe en buena medida a la posibilidad que tuvieron los sujetos de ejercer manipulaciones sobre los objetos, creando diferentes representaciones de los mismos, llegando a resultados comunes con sus compañeros, como producto de la interacción social argumentada y la abstracción reflexiva, sintetizando la diversidad de las representaciones elaboradas, en un nuevo conocimiento.

Finalmente se debe mencionar, que en el transcurso de la experiencia innovadora, las actividades lúdicas con robots educativos mostraron su significatividad, al superar el “*efecto novedad*”, pues los estudiantes siempre mostraron una actitud significativa de aprendizaje, manifestando su interés por actividades de este tipo. Esto se debió en buena medida, a la buena disposición y creatividad de los docentes y los investigadores, que propusieron actividades lúdicas novedosas, que involucraron en la planeación y en la evaluación, la participación activa de los estudiantes; de esta forma las actividades respondieron a los intereses y a las necesidades de los sujetos cognoscentes, antes que a una rígida planeación curricular; adicionalmente, los estudiantes no fueron saturados de actividades, pues éstas desempeñaron el papel de juegos complementarios en el aula.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores del trabajo, agradecen a los estudiantes del semillero del grupo de investigación GIRA y a todas las instituciones de educación básica, que acogieron la propuesta y permitieron materializar la propuesta innovadora, que permitió educar en tecnología, mediante el uso de la robótica educativa.

REFERENCIAS

- Ruiz, V. S. (2007). *Educa trónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Editorial Díaz Santos, México.
- Peña, A. B. (2005). *Métodos científicos de observación en Educación*. Editorial Visión Libros, Madrid.
- Pardinas, F. (2005). *Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales*. Editorial Siglo Veintiuno, Buenos Aires.
- Pozo, J. I. (2000). *Aprender y enseñar ciencia*. Segunda edición. Editorial Morata. España.
- Cutcher, D. (2005). *Electronic Circuits for the Evil Genius*. Editorial Tab electronics, USA.
- Moreno, C. M. (2005). *Desarrollo de ambientes de aprendizaje en educación a distancia*. Textos de encuentro de educación a distancia. Universidad de Guadalajara, México.
- James, V. U. (1996). *Sustainable Development in Third World Countries*. Greenwood Publishing Group, USA
- Bruner, J. y Haste H. (1990). *La elaboración del sentido, la construcción del mundo por el niño* (1^{ra} edición). Ediciones Paidós, Barcelona.
- Veglia, S. (2007). *Ciencias Naturales y aprendizaje significativo, Claves para la reflexión didáctica y la planificación*. Ediciones Novedades educativas, Buenos Aires.
- Papert, S. (1995). *La Máquina de los niños: Replantearse la educación en la era de los ordenadores*. Editorial Paidós. Barcelona.
- Vigotsky, L. S. (1989). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Editorial Grijalbo, Barcelona.
- Vigotsky, L. S. (1995). *Pensamiento y Lenguaje, Teoría del desarrollo cultural de las funciones Psíquicas*. Ediciones Fausto, Buenos Aires.
- Velásquez, N. J. (2008). *Ambientes Lúdicos de Aprendizaje Diseño y operación*. Editorial Trillas, México.
- Packman, M. (1996). *Construcciones de la experiencia humana*. Editorial Gedisa, Barcelona.
- Ortega R, R. (1990). *Jugar y aprender: una estrategia de intervención educativa*. Editorial Diada, Sevilla, España.
- Moreno B., M. G. (2000). *Introducción a la Metodología de la investigación educativa*. Editorial Progreso, México.
- Martín, H. y Onrubia J. (2010). *Orientación Educativa, Procesos de innovación y mejora de la enseñanza*. Editorial Grao, Barcelona.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y Retención del Conocimiento, Una perspectiva cognitiva*. Editorial Paidós Mexicana, México.
- Bermejo S. S. (2003). *Desarrollo de robots basados en el comportamiento*. Universidad Politécnica de Cataluña, España.
- Ander, E. (2003). *Métodos y Técnicas de investigación social, Técnicas para la recogida de datos e información*. Editorial Lumen, Buenos Aires.
- Almenara, J. C. (2009). *Las TIC y el desarrollo de las competencias básicas. Una propuesta para la educación primaria*. Editorial ESIC, Madrid.