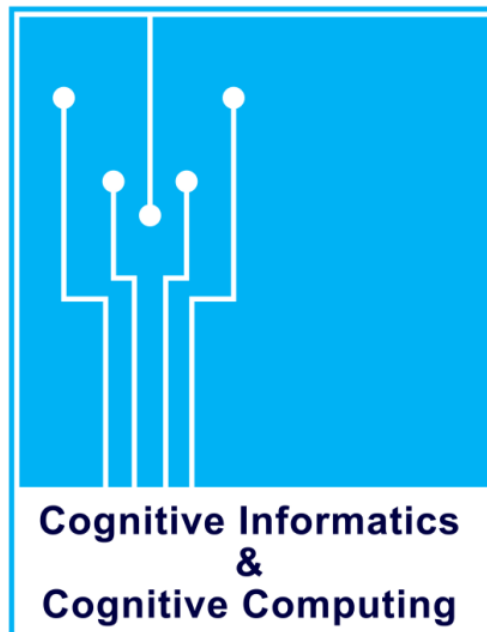


**DISEÑO Y VALIDACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE
JUGUETES ROBÓTICOS EDUCATIVOS.**

**JESÚS DANIEL SUÁREZ ROMERO
NEL ANTONY GARCÉS SUÁREZ**

**DIRECTOR
M.SC. ADÁN ALBERTO GÓMEZ SALGADO**



**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE EDUCACIÓN Y CIENCIAS HUMANAS
LICENCIATURA EN INFORMÁTICA Y MEDIOS AUDIOVISUALES
MONTERÍA -CÓRDOBA
2017**

Resumen

La investigación tiene como finalidad diseñar y validar una metodología para el desarrollo de Juguetes Robóticos Educativos (JRE), utilizando el método descriptivo y el enfoque de la investigación aplicada tecnológica, ya que esta genera conocimientos o métodos dirigidos al sector Educativo.

La metodología sugerida se compone de cinco fases que detallan paso a paso los aspectos a tener en cuenta para la creación de juguetes robóticos educativos. La primera fase constituye el análisis de la necesidad educativa, la segunda describe el diseño del JRE el cual comprende el diseño de las tareas a ejecutar por el robot, diseño del mundo, diseño mecánico, diseño electrónico y diseño computacional. Esta fase sirve de soporte a la siguiente (tercera fase) que es la de construcción del JRE, la cual contiene el corte y ensamble de piezas, ensamble electrónico, programación del juguete y ensamble final. La cuarta fase es la de pruebas y ajustes, en ella se describe la prueba piloto y la validación del juguete, la culminación de esta fase da paso a la implementación del JRE (quinta fase) la cual describe la implementación del mismo y la obtención de resultados.

Descripción del problema

La propuesta de una enseñanza eficaz a través de la robótica Educativa permite afirmar que el ser humano es eminentemente creativo, solo se necesita crear los escenarios adecuados para innovar los procesos de enseñanza y aprendizaje, empleando nuevas estrategias didácticas, modernos métodos activos y materiales educativos acordes a las exigencias del mundo actual (Sánchez, 2011). En contraste a ello, se puede decir que la robótica educativa puede atraer a los estudiantes a las actividades académicas, porque ofrece desafíos interesantes para ellos, destaca sus capacidades individuales, promueve la inclusión, la igualdad y la adquisición de conocimiento. También puede ser útil para resolver los problemas cotidianos de los estudiantes al favorecer las relaciones de los participantes, el uso del lenguaje y los conceptos (por ejemplo, en matemáticas) (Conchinha, Osório, de Freitas, 2015).

Atendiendo a esto, el Grupo de Investigación "Informática y Computación Cognitiva" de la Universidad de Córdoba desea incursionar en la creación de robots orientados al desarrollo de competencias educativas a través de la lúdica.

Entre tanto, uno de los principales elementos en la construcción Juguetes Robóticos Educativos, es contar con las bases necesarias para el desarrollo de esta nueva generación de robots. Sin embargo, en la Universidad de Córdoba no se cuenta con una metodología que oriente los procesos de diseño, construcción e implementación de los proyectos de robótica educativa, por ello, es necesario disponer de una (metodología), con la que sea posible analizar y ordenar lógicamente los conocimientos necesarios y pertinentes para desarrollar con éxito este tipo de proyectos.

Objetivos de la investigación

Objetivo general

- ✓ Construir una metodología para el desarrollo de juguetes robóticos educativos.

Objetivos específicos

- ✓ Caracterizar las iniciativas de construcción de Juguetes Robóticos Educativos que han sido desarrolladas en la Licenciatura en Informática y Medios Audiovisuales
- ✓ Identificar los elementos y características que estructuran la creación de una metodología para la construcción de juguetes robóticos educativos.
- ✓ Especificar la estructura lógica que facilitará el desarrollo de las fases que estructurarán la metodología.
- ✓ Validar la metodología planteada mediante procesos de juicio de expertos

Justificación de la investigación

Un robot es una entidad, física o virtual, artificial (Azcurra, Rojo, & Rodríguez, 2012). Es un manipulador reprogramable multifuncional diseñado para mover materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales, mediante movimientos programados variables para la realización de una diversidad de tareas (Valderrama Gutiérrez, 2010).

Los robots han tenido aplicaciones en diversos y críticos campos como la medicina, la exploración planetaria y submarina, automatización de procesos industriales, seguridad, entretenimiento, etc. (Azcurra, Rojo, & Rodríguez, 2012). Cada vez es más común la inclusión de estos, como juguetes educativos, en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Sanmiguel Mateus, 2014) con el fin de reforzar conceptos y fortalecer habilidades cognitivas (González & Jiménez Builes, 2009).

El Diccionario de la Real Academia Española, considera que el término "juguete" es un objeto con el que los niños juegan y desarrollan determinadas capacidades. En general tiene por objeto la recreación, sin exceptuar funciones como la del aprendizaje, el desarrollo o estimulación de los aspectos intelectual, psicológico, sensorio-motriz y de convivencia social, entre otros.

El uso de juguetes robóticos como herramientas de enseñanza-aprendizaje en el aula ayuda a la adquisición y fortalecimiento de conceptos, habilidades generales y de nociones científicas de una manera más dinámica y entretenida para los estudiantes (Han, 2013) permitiéndoles involucrarse en un proceso de resolución de problemas con el fin de desarrollar en ellos, un pensamiento sistémico, estructurado, lógico y formal.

Por tanto, teniendo en cuenta que la participación de los estudiantes en clases es un factor importante para su desarrollo intelectual, se creó que en el proceso enseñanza – aprendizaje se deben diseñar y utilizar desde la robótica educativa, medios que se estructuren y se utilicen de modo que hagan más efectiva la comunicación entre el hombre y el mundo, que provoquen y mantengan el interés en el estudiante, que aumenten las significaciones y la comprensión, que acrecienten y refuercen la atención, que eviten rechazos y produzcan agrados, que mantengan las condiciones óptimas de la percepción, que acrecienten la actividad del educando, que estimulen la creatividad y la imaginación y que además provoquen experiencias compartidas.

Además de ello, el diseño de una metodología para el desarrollo de juguetes robóticos educativos, contribuye al desarrollo de la práctica investigativa de los jóvenes investigadores de la Licenciatura en Informática y Medios Audiovisuales de la Universidad de Córdoba, así como también al mejoramiento de los procesos formativos en robótica educativa de docentes y estudiantes de las instituciones de formación.

El estudio de esta investigación es muy importante por cuanto va a permitir crear una metodología que establezca y defina las distintas etapas y estados por los que pasa la construcción de un prototipo de juguete robótico educativo, desde su concepción inicial, pasando por su desarrollo, puesta en marcha y posterior mantenimiento.

De este modo la investigación que se presenta es relevante porque cualquier intento que se haga para fortalecer o mejorar los procesos de formación de los estudiantes, se verá reflejado en el desenvolvimiento de las relaciones sociales de quienes se están formando. Mientras que su pertinencia se centra en mejorar los procesos de construcción de Juguetes Robóticos Educativos de los jóvenes investigadores de la Licenciatura en Informática y medios Audiovisuales.

Diseño metodológico

En el desarrollo de la investigación se usa el método descriptivo, ya que este estudio pretende describir cada una de las fases que debe tener una metodología para el desarrollo de Juguetes Robóticos Educativos en la Licenciatura en Informática y Medios Audiovisuales de la Universidad de Córdoba.

La investigación llevada a cabo, se basa en el enfoque de la investigación aplicada tecnológica, según Burg (citada en Beleño y Parra, 2010) es aquella que genera conocimientos o métodos dirigidos al sector Educativo, ya sea con el fin de mejorarlo y hacerlo más eficiente, o con el fin de obtener productos nuevos y competitivos en dicho sector.

El procedimiento para llevar el proceso investigativo fue el siguiente:

Fase 1: Caracterización de las iniciativas de construcción de Juguetes Robóticos Educativos que han sido desarrolladas en la Licenciatura en Informática y Medios Audiovisuales

Fase 2: Identificación de los elementos y características que estructuran la creación de una metodología para la construcción de juguetes robóticos educativos.

Fase 3: Especificación de la estructura lógica que facilitará el desarrollo de las fases que estructurarán la metodología.

Fase 4: Validación de la metodología planteada mediante procesos de juicio de expertos

Resultados parciales

Metodología para el desarrollo de juguetes robóticos educativos

Para la construcción de un JRE se contemplan cinco fases de desarrollo, comenzando por la primera fase del diseño educativo, la segunda fase el diseño del JRE, la tercera fase la construcción del JRE, la cuarta fase las pruebas y ajustes y la quinta fase la implementación. En cada una de ellas se desarrollan diferentes actividades que permiten cumplir con las especificaciones necesarias para la realización de las actividades lúdicas propuestas.

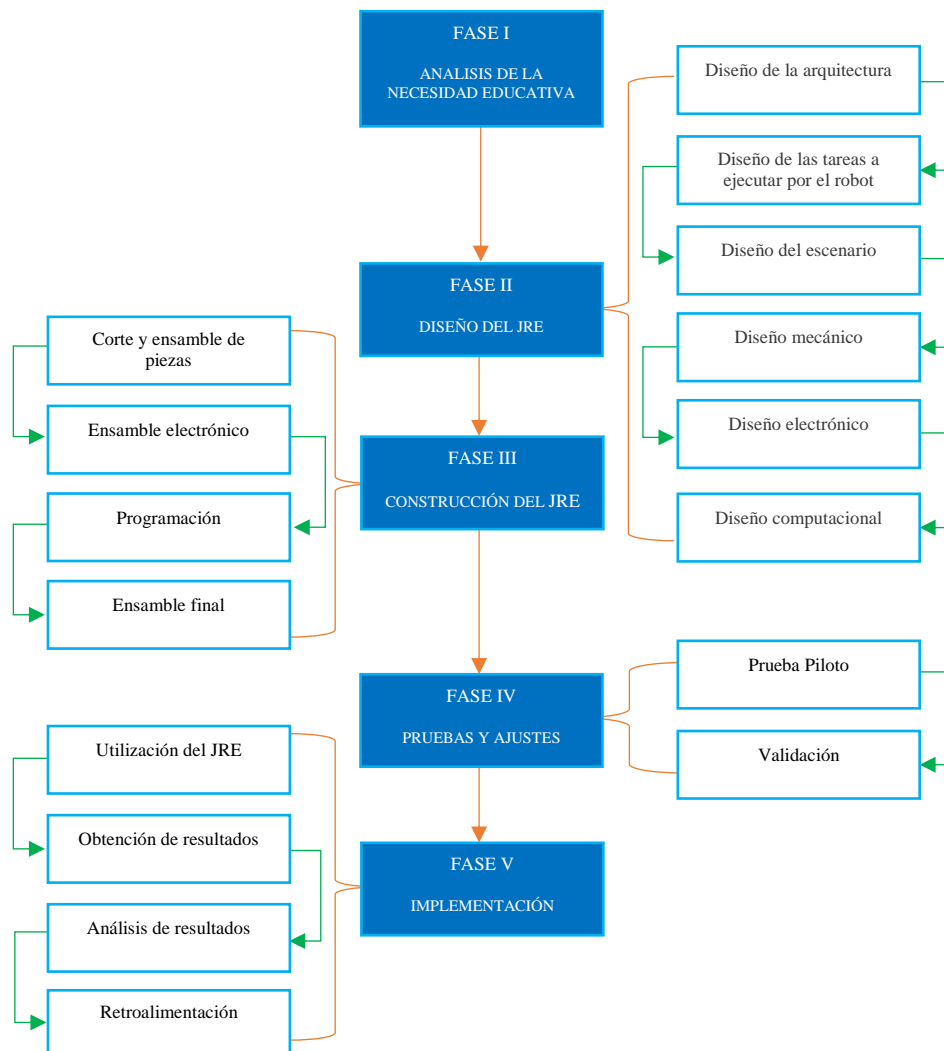


Figura 1. Fases de desarrollo del JRE.

(Adaptado de Romero, 2013)

Fase i: análisis de la necesidad educativa

El punto de partida en el proceso de diseño y desarrollo de un juguete robótico educativo es identificar la problemática educativa que se evidencia en una población determinada

para conocer el tipo de necesidad que será abordada mediante la implementación del Juguete Robótico Educativo (JRE), es decir, se realiza una identificación de necesidades latentes u ocultas, así como necesidades explícitas a fin de garantizar que el JRE se enfoque en las necesidades del estudiante (Ulrich & Eppinger, 2013), pormenorizando las causas que permitan diseñar las diversas alternativas de solución a la problemática encontrada. Podrían utilizarse para este fin la documentación que el establecimiento educativo construye alrededor del proceso enseñanza – aprendizaje, como: pruebas diagnóstico internas, informes de resultados de pruebas externas, folletos, boletines de calificaciones, planes curriculares, diarios de campo, entrevistas y cuestionarios (Caro & Toscano, 2015). De tal manera, que se especifique la población objeto de estudio, las deficiencias académicas en cuanto a las competencias y habilidades que deben desarrollar los estudiantes y los problemas asociados al desarrollo de los procesos de enseñanza aprendizaje, para así determinar las actividades curriculares que se deben realizar mediante la implementación del JRE, usándolo como un ambiente de aprendizaje innovador y un apoyo para fortalecer los procesos académicos, desarrollando en los estudiantes conocimientos y habilidades específicas necesarias en sus procesos de aprendizaje.

Necesidad educativa	
Tipo de Necesidad	
Rango de Edad	
Escolaridad	
Conocimientos Previos	Pre-Conceptos
	Pre-Condiciones
Intereses y Expectativas (Población)	
Intereses y Expectativas (Creadores)	
Área de Formación	Área del Saber
	Unidades Temáticas
Estado Actual – Diagnóstico	
Formulación de la Necesidad Educativa	
Posibles Causas	
Posibles Soluciones	

Tabla 1: descripción de la necesidad educativa

Fase ii: diseño del juguete robótico educativo

Esta fase comprende el diseño de la arquitectura, diseño de las tareas, diseño del escenario, diseño mecánico, diseño electrónico y diseño computacional del Juguete

Robótico Educativo. Cada uno de estos elementos conforman las bases sobre las que funcionara el dispositivo robótico en un determinado contexto.

a. Diseño de la arquitectura del JRE

Este apartado plantea la especificación de la estructura del Juguete robótico, de modo que se identifiquen y se comprendan los componentes, sus propiedades y funciones en el robot y el entorno, y las relaciones entre ellos.

La arquitectura diseñada para el JRE debe permitir suplir sus propias necesidades funcionales de modo que este pueda desarrollar cada una de las tareas didácticas que se requieran para desarrollo de la habilidad o contenido seleccionado. Para ello, el JRE debe contar con una serie de componentes interconectados que se activen a partir de estímulos (Barrios & Ortega, 2016). Estos estímulos son percibidos desde los componentes que forman los sentidos, los cuales pueden ser: micrófono, tablet, celular, cámara web, entre otros, para luego ser procesados por el cerebro que puede ser un computador personal (PC por sus siglas en inglés) o un teléfono celular de alta gama, donde se encuentra el software central que es el encargado de procesar los datos y enviar la señal a la espina dorsal (Microprocesador Arduino) para que esta active la arquitectura mecánica del JRE para realizar sus acciones.

b. Diseño de las Tareas a ejecutar por el JRE:

Las tareas presentan oportunidades a los niños para programar, observar el juguete robótico y para reflexionar sobre el movimiento del juguete. Las acciones dinámicas del juguete crean un "momento compartido", que es altamente visual y a su vez dan la oportunidad de una atención compartida y trabajo grupal (Highfield, 2010). Para diseñar las tareas a ejecutar por el JRE, se deben tener en cuenta cinco pasos esenciales:

1. Definir el nombre de la tarea de forma clara, teniendo en cuenta el análisis de investigaciones realizadas o a referentes teóricos que traten la temática a trabajar.
2. Una vez definido el nombre, se analiza si la tarea consta de uno a más momentos (oportunidad(es)) en su ejecución, con el fin de agilizar el proceso de la misma).
3. Se hace la descripción de la tarea, la cual requiere de una fundamentación teórica de uno a más autores (teóricos) que soporten lo planteado, además de ello, también se debe definir paso a paso la actividad práctica a desarrollar por el niño y el JRE, para que todos los procedimientos de la actividad queden definidos claramente.
4. Describir la habilidad o fortaleza que el niño desarrollara al realizar la tarea mediada por el JRE, preferiblemente basado en un autor.
5. Graficar procedimientos de las tareas: este paso es opcional, para ello, se debe detallar cada elemento con su nombre, funcionamiento, forma y color. Las gráficas deben representar el contenido de cada procedimiento con el fin de ofrecer una lectura completa.

Diseño de las tareas del jre			
Tarea	Momento	Descripción de la Tarea	

		Fundamentación Teórica	Actividad Práctica	Habilidad a desarrollar
T1	1			
	2			

Tabla 2: tareas del JRE

c. Diseño del escenario del JRE:

Para el diseño del escenario del JRE se deben tener en cuenta las tareas descritas en cada una de las actividades que este va a ejecutar con el objetivo de desarrollar la(s) habilidad(es) o fortaleza(as) propuesta(s).

Al tratarse de un juguete con fines educativos, se debe tener en cuenta la población a la que está dirigido, haciendo un análisis de la edad, contexto social, económico, familiar, habilidades cognitivas y desempeño escolar, con la finalidad de diseñar un JRE que sea llamativo y capte el interés del niño, permitiéndole una interacción que lo incite a descubrir cosas nuevas en su aprendizaje.

Diseño del escenario del jre				
<i>Tarea(s):</i>				
<i>Población:</i>				
Piezas				
Material	Grosor	Color	Termino	Comerciables

Tabla 3: elementos del escenario de un JRE

➤ **Caracterización de diálogos del JRE**

Los diálogos se pueden representar como una red de transiciones del robot de un estado del diálogo al otro dependiendo de la información verbal o visual recibida, el historial del diálogo y las intenciones del usuario (Sidorov, et al, 2014).

Por tanto, si el JRE cuenta con reconocimiento de audio, se debe hacer una caracterización de los diálogos de este, esta caracterización incluye los procesos realizados en las actividades propuestas en las tareas del JRE, este proceso se hace actividad por actividad de forma estructurada, se debe tener en cuenta si la actividad tiene uno o más momentos con el fin de organizar el orden de los diálogos, también se deben tener en cuenta las frases o palabras claves a utilizar por el JRE. Es importante que el tono de voz utilizado para los diálogos del juguete robótico, este acorde al contexto donde se desee implementar, ya que de esta forma al niño se le hará más fácil familiarizarse con el juguete, permitiendo una mejor aceptación y llegar a un punto de hasta de sentirse identificado con él.

d. Diseño Mecánico

El sistema mecánico permite el movimiento, utilizando diferentes elementos de acuerdo con el propósito del robot y ubicados estratégicamente, un robot móvil debe tener un principio de locomoción claramente definido y apropiado para su aplicación, el cual define su movilidad, la superficie de contacto y demás características de operación. En el diseño es necesario la consideración de las propiedades físicas (peso, tamaño, modo de transporte) y la estabilidad del equipo (Bermúdez, 2002).

Entre tanto, uno de los pasos fundamentales en la creación de un juguete robótico educativo es el diseño mecánico, debido a que debe estar relacionado con la planeación de la construcción del robot, la cual debe conducir al problema educativo que se desea resolver.

Es por ello, que para realizar el diseño mecánico se deben considerar las características del contexto donde se tenga previsto implementarlo, se debe tener pleno conocimiento sobre que superficies estará soportado el juguete robótico educativo y si este es móvil o fijo.

Además de lo anterior, también se debe tener en cuenta cuáles serán las funciones que el juguete robótico educativo realizará y la forma del mismo, con el fin de crear las partes o la estructura lo más precisa posible para que a la hora de desarrollar los objetivos propuestos los realice de una manera eficaz ayudando en el proceso de enseñanza – aprendizaje del estudiante, además se debe tener en cuenta el mundo en el cual actuará el JRE para determinar los movimientos que deberá desarrollar y sus acciones.

Luego de tener las funciones claras del JRE se pasa a desarrollar un bosquejo de las partes del robot, el cual servirá de guía a lo largo de la construcción del mismo. Este bosquejo puede constar de varias secciones donde se encuentren las piezas separadas por cada parte del robot. Por ejemplo, para el robot Z la sección 1 será la base, la sección 2 será el brazo y así sucesivamente.

Diseño mecánico del jre	
Características del contexto donde se implementará el JRE	
Describir si el JRE es móvil o fijo	
Características de la superficie	
Descripción de la estructura	
Descripción del sistema de interacción	
Descripción del sistema locomotor	

Tabla 4: diseño mecánico del JRE

e. Diseño Electrónico:

Sin una parte electrónica un JRE sería sólo un juguete, para que sea robótico debe tener una serie de sensores que le permitan ubicarse en un contexto determinado, saber el espacio que ocupa y el espacio donde trabajará. Además, debe saber que sucede en su entorno y que debe hacer, necesita estar siempre listo para reaccionar a cualquier interacción provocada por el niño. En ese sentido, Torrente (2013) plantea:

Un sistema electrónico es un conjunto de: sensores, circuitería de procesamiento y control, actuadores y fuente de alimentación.

Los sensores obtienen información del mundo físico externo y la transforman en una señal eléctrica que puede ser manipulada por la circuitería interna de control. Existen sensores de todo tipo: de temperatura, de humedad, de movimiento, de sonido (micrófonos), etc.

Los circuitos internos de un sistema electrónico procesan la señal eléctrica convenientemente. La manipulación de dicha señal dependerá tanto del diseño de los diferentes componentes hardware del sistema, como del conjunto lógico de instrucciones (es decir, del “programa”) que dicho hardware tenga pregrabado y que sea capaz de ejecutar de forma autónoma.

Los actuadores transforman la señal eléctrica acabada de procesar por la circuitería interna en energía que actúa directamente sobre el mundo físico externo. Ejemplos de actuadores son: un motor (energía mecánica), una bombilla (energía lumínica), un altavoz (energía acústica), etc.

La fuente de alimentación proporciona la energía necesaria para que se pueda realizar todo el proceso descrito de “obtención de información del medio, procesamiento, actuación sobre el medio”. Ejemplos de fuentes son las pilas, baterías, adaptadores AC/DC, etc.

Atendiendo a lo planteado por Torrente (2013), el diseño electrónico de un Juguete Robótico Educativo debe estar conformado por una serie de elementos como sensores, circuitos de procesamiento y control, actuadores y fuente de alimentación. Estos elementos son de vital importancia, ya que son los que permitirán que el JRE funcione.

f. Diseño Computacional:

La fase del diseño computacional comprende la descripción de los elementos que permiten que el sistema funcione a cabalidad con los procesos que fueron definidos en el transcurso del diseño de las tareas a ejecutar, el diseño del mundo, el diseño mecánico y el diseño electrónico del JRE. Así mismo se hace una representación de la interacción que tiene el usuario con el sistema del JRE.

Para el desarrollo del diseño computacional se describen los siguientes pasos:

1. Descripción del sistema:

La descripción del sistema abarca cada uno de los procedimientos y procesos que desarrolla el JRE de forma detallada, así como también, cada uno de los elementos que hacen parte de él y que son de gran vitalidad para su funcionamiento. Un ejemplo sencillo para la descripción de un JRE es:

- Describir en que se basa.
- Describir los sistemas que lo conforman (reconocimiento visual, de voz, de audio, etc.).
- Describir la habilidad o habilidades a desarrollar.
- Describir la población a quien va dirigido.

2. Análisis de requisitos

Al planificar el diseño de un JRE se debe tener presente la población a quien va dirigido refiriendo a docentes, estudiantes y usuarios; es importante establecer los

requerimientos a partir de la necesidad que se presentó en el proceso de enseñanza aprendizaje, de esta forma se conocerá si el JRE cumplió a cabalidad con los objetivos dispuestos durante el proceso de diseño. Para desarrollar los requerimientos se deben dividir éstos en secciones denominadas requerimientos funcionales y requerimientos no funcionales.

2.1. **Requisitos funcionales:**

Describen la interacción entre el sistema del JRE y su ambiente independientemente de su implementación. El ambiente incluye al usuario y cualquier otro sistema externo que interactúa con el sistema.

Requerimiento nro. 00		
Pre-condición		
Fecha creación		Responsable
Fecha procesamiento		

Tabla 5: requisitos funcionales

2.2. **Requisitos no funcionales**

Detallan aspectos del sistema del JRE que son visibles por el usuario, los cuales no tienen una relación directa con el comportamiento del sistema. Los requerimientos no funcionales de un JRE tienen algunas restricciones como en tiempo de respuesta y precisión.

Requerimiento nro. 00		
Pre-condición		
Fecha creación		Responsable
Fecha procesamiento		

Tabla 6: requisitos no funcionales

3. **Tecnologías utilizadas**

Al momento de diseñar el JRE, es importante describir cada una de las tecnologías utilizadas en el desarrollo del JRE, resaltando las características principales, las ventajas de su implementación, creador(s) y licencia. Esto con el fin de tener una descripción detallada de cada una de ellas y saber que función cumple en el JRE.

La descripción de las tecnologías utilizadas también le permite al diseñador del JRE saber con qué herramientas cuenta, lo cual es muy útil al momento que querer agregarle nuevos elementos o características al JRE.

Fase iii: construcción del juguete robótico educativo

Esta fase comprende el corte y ensamble de piezas, donde se describen de las características de los materiales utilizados y su armado, el ensamble electrónico, la programación y el ensamble final del Juguete Robótico Educativo.

a. Corte y ensamble de piezas

Luego de realizar la fase de diseño, viene la fase de construcción. Dentro de esta fase encontramos el corte y ensamble de piezas.

Partiendo de la fase de diseño del JRE, se toma el bosquejo de las partes y se inicia el proceso corte, lo más recomendable es que el material seleccionado para las partes este acorde con las edades de los niños que interactuaran con el JRE, debido a que la seguridad y el cuidado de ellos debe ser uno de los principales factores a tener presente en la construcción de este tipo de dispositivos robóticos, el JRE debe ser seguro, en él no debe haber cabida a fallas de seguridad como descarga eléctrica o partes afiladas que causen laceraciones en los niños. De igual forma se debe buscar información acerca de la seguridad infantil, ya que en muchos países son muy estrictos respecto a ello, cualquier robot diseñado para niños es sometido a una serie de pruebas con el fin de evaluar el estado de materiales y composiciones de las piezas del dispositivo.

En el corte y ensamble de piezas también se debe tener presente la aceptación del juguete robótico por parte de los niños, en la construcción se debe buscar crear un producto que emocione y guste a los niños, es por este motivo que el corte de las piezas debe ser verificado para que no queden imperfecciones, pero lo esencial no se centra solamente en ese punto, el principal aspecto está en la idea de Juguete que se quiere hacer y los materiales que se utilizan para ello, aquí juega un papel muy importante todo el análisis que se hace desde la necesidad educativa y el diseño del JRE.

b. Ensamble electrónico

El ensamble electrónico de un Juguete Robótico educativo (JRE), comprende cada uno de los elementos definidos en la fase del diseño, como son los sensores, los circuitos de procesamiento y control, actuadores y fuentes de alimentación.

Una vez definido los componentes de cada elemento se procede al ensamblaje. En algunos proyectos, el ensamble electrónico se realiza paralelo al “**corte y ensamble de piezas**”, ello se da porque a veces se necesita probar ciertos elementos de empaquetado y funcionalidad, en otros casos se presenta porque el proyecto es desarrollado por un equipo de trabajo con roles definidos y los encargados de la parte electrónica deciden ir realizando pruebas de ajustes a su diseño.

Por tanto, terminado el proceso del ensamble electrónico del JRE, se deben hacer varias pruebas de funcionamiento, con el fin de detectar y corregir los posibles errores o fallas que se presenten.

c. Programación

La programación es un elemento muy importante en la construcción de juguetes robóticos, en esta modalidad (robótica educativa) es motivada por el interés de que el artefacto realice las tareas para las que fue diseñado (García, 2015).

Al momento de pensar en la programación de un JRE es importante mirar que es lo que se quiere hacer y con cuanto recurso se cuenta para ello. Los proyectos robóticos educativos de colegios, institutos u universidades, casi siempre carecen de recurso económicos suficientes para su implementación, por ello, una opción de gran ayuda para contrarrestar este inconveniente es la de utilizar Hardware y Software libre, lo cual también cuenta con una serie de características y utilidades que son de gran interés y aporte en el desarrollo de proyectos robóticos educativos, en este mismo sentido, Bravo y Forero (2012), afirman:

A nivel de proyectos con Hardware Libre, se destacan los desarrollos basados en el sistema Arduino, el cual es una plataforma de desarrollo abierta que facilita el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Lo atractivo del sistema

Arduino es que permite programar y controlar prototipos robóticos sin necesidad de tener conocimientos avanzados en electrónica o programación. Los sistemas Arduinos pueden ser programados en cualquier Sistema Operativo (Windows, Mac y Linux) en

un entorno propio en lenguaje C/C++ o en Scratch for Arduino-S4A para niños (Ruiz, 2012). Una de las grandes fortalezas de los sistemas Arduino es su capacidad de integración con sistemas mecánicos de LEGO Education, LEGO Technic y Fischertechnik, con sensores y actuadores de Hitec Robotics o Mindsensors, con los

motores y baterías de LEGO Power Functions y con dispositivos Android.

En herramientas software libre, se destaca OpenQbo Robotic, una distribución de Linux basada en Ubuntu, que incluye software y aplicaciones dirigidas a la robótica. Algunas aplicaciones predeterminadas en OpenQbo Robotic son: Gnome (entorno gráfico), Festival (motor de síntesis de habla), Julius (motor de reconocimiento vocal), OpenCV (sistema de visión artificial), ROS (sistema meta-operativo), SSH (intérprete de órdenes bajo protocolo seguro), Apache (servidor Web), MySQL Server (servidor de base de datos) y Qbo GUI (interfaz gráfica entre el robot y el usuario) (OPENQBO, 2010).

La programación de un JRE se realiza partiendo de los componentes que se describen en la arquitectura diseñada para su funcionamiento, cada uno de ellos puede ser programado teniendo en cuenta la función específica a realizar en la realización de las tareas seleccionadas para el desarrollo de las habilidades o fortalezas a trabajar.

d. Ensamble final

Uno de los elementos más importantes en la construcción de un JRE es el ensamble final, ya que en este punto se busca poner en forma cada una de las partes del proyecto. Para empezar el ensamble se deben considerar ciertas recomendaciones como contar con un espacio apropiado para desarrollar esta actividad, tener todos los materiales o piezas necesarios para el ensamble y hacer una guía sobre que componentes ensamblar primero. Además de ello, también se tiene que organizar todo el trabajo que en ocasiones se viene haciendo durante el desarrollo del proyecto

de investigación o experimento, así como el armado de ciertos elementos de la estructura mecánica y electrónica.

En el proceso de ensamble del JRE a veces se presentan inconvenientes técnicos que hacen reestructurar ciertos elementos, lo que se recomienda en estos casos es pedir asesorías a profesionales expertos en la materia, para que las decisiones que se tomen sean las más acertadas y no se presenten inconvenientes mayores.

Una vez culminado el ensamble final, se tiene el prototipo de Juguete Robótico Educativo, el cual es sometido a varias pruebas de funcionamiento para verificar si tiene fallas o no. Si el JRE presenta fallas en el armado de alguna de sus estructuras, se debe desarmar corregir la imperfección y armar nuevamente, ya que hay que tener presente que el juguete será utilizado por niños, lo que implica que las condiciones de seguridad deben ser muy estrictas.

Fase iv: pruebas y ajustes

Esta fase comprende la prueba piloto y la validación del JRE. La prueba piloto busca describir los criterios necesarios para someter a evaluación distintos aspectos del prototipo, mientras que la validación propone un formato que sirve como herramienta de apoyo al proceso.

a. Prueba piloto

La prueba piloto de un prototipo de JRE, consiste en someter a prueba diferentes aspectos de la ejecución de la investigación, aplicando el instrumento a personas con características de la muestra seleccionada. La finalidad de la prueba es evaluar aspectos técnicos, mejorar y corregir todas las deficiencias que se encuentren, la prueba debe ser aplicada a 20 o 30 personas lo más homogéneas y parecidas posible a los individuos de la muestra (Amemiya, 2012).

En ese sentido, Casas, Repullo & Donado (2003) afirman:

Que una vez redactadas las preguntas y adecuadamente situadas en el cuestionario, se estará en disposición de realizar la prueba piloto.

Por mucho cuidado que se haya puesto en el proceso de elaboración del cuestionario es imprescindible que se someta a una prueba piloto antes de proceder a la aplicación masiva. La prueba piloto puede realizarse con un grupo de entre 30 y 50 personas, no necesariamente representativas de la población objeto de estudio, pero sí semejantes en sus características fundamentales. La prueba piloto permitirá determinar si las preguntas han sido correctamente comprendidas por todos los sujetos, si han producido fatiga o rechazo, si la duración ha sido excesiva o cualquier otra deficiencia.

Los cuestionarios a implementar en la prueba piloto deben incluir siempre unas instrucciones sencillas para su correcta comprensión. En algunos casos puede ser oportuno incluir algunos ejemplos demostrativos para que las personas sepan exactamente qué tarea deben realizar.

El formato del cuestionario debe incluir los siguientes apartados:

- Identificación del organismo que lleva a cabo la investigación.
- Título completo del estudio en el que se enmarca el cuestionario.
- Declaración explícita de que la información que se facilite va a ser tratada con máxima confidencialidad.
- Espacio para la fecha de aplicación del cuestionario.

b. Validación:

La validación de un Juguete Robótico Educativo se hace atendiendo a los lineamientos utilizados en el diseño metodológico de la investigación o experimento. Para la validación se pueden utilizar instrumentos de evaluación basados en autores reconocidos, los cuales pueden ser aplicados a la muestra seleccionada con el fin de obtener unos resultados.

A tendiendo a esto, la validez responde a la pregunta ¿con qué fidelidad corresponde el universo o población al atributo que se va a medir?, al estimar la validez es necesario saber a ciencia cierta qué rasgos o características se desean estudiar (Corral, 2009).

Una de las formas de validar un prototipo de Juguetes Robóticos Educativos, es la validación por juicio de expertos que se define como un criterio objetivo de profesionales con trayectoria en el tema, que a su vez estos profesionales son reconocidos por otras personas como expertos cualificados en el tema a tratar, y que pueden dar información concreta y acertada, evidencia, juicios y valoraciones a un producto en particular (Escobar & Cuervo, 2008). Una de las características fundamentales en el juicio de expertos es determinar quiénes son las personas que harán parte de este proceso.

Sin embargo, es decisión del joven investigador, docente o estudiante, creador del JRE, utilizar determinado método de validación, pues ello se define en la mayoría de los casos en el inicio de la investigación o experimento.

Formato para cuestionario de validación									
Institución:									
Descripción:									
Ítem	Criterios a evaluar								Observaciones (si debe eliminarse o modificarse un ítem indíquelo)
	Claridad en la redacción		Coherencia interna		Importancia		Lenguaje adecuado con el nivel del informante		
	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	
1.									
2.									
Datos del evaluador									
Validado por:					C.C				
Profesión:									
Lugar y fecha de validación:									

Tabla 7: formato cuestionario de validación

Fase v: implementación

Esta fase de implementación del Juguete Robótico Educativo, comprende la utilización del JRE, obtención de resultados, análisis de resultados y retroalimentación.

a. Utilización del JRE

La meta principal en la creación de juguetes robóticos educativos, es que estos cumplan con los objetivos propuestos en los proyectos de investigación o experimentos realizados y que los niños se sientan a gusto con su utilización en el aula de clase o en cualquier otro espacio de formación. Es por este motivo que luego de realizar la prueba piloto y la validación del dispositivo, se llega a esta, la última fase en la creación de un JRE, en la que se busca describir la implementación del juguete en un contexto determinado.

Con la implementación de un JRE el docente puede desarrollar de forma práctica y didáctica aquellos conceptos teóricos que suelen ser abstractos y confusos para los estudiantes; usar esta estrategia tiene la ventaja adicional de simultáneamente despertar el interés del estudiante por esos temas, al tiempo que pone de manifiesto la relación entre el contexto tecnológico en el que se desenvuelve la vida actual y los temas que se enseñan (Sánchez, et al, 2012).

Los JRE son utilizados como herramientas didácticas de apoyo en la solución de necesidades educativas, pero además de cumplir con estas funciones, los juguetes robóticos también pueden ser utilizados en otros espacios, con un fines educativos o comerciales, esto último queda a disposición de la persona titular del juguete. El JRE puede ser presentado en ponencias o eventos de investigación, en concursos de robótica educativa o en demostraciones sin perder la esencia con la que fue construido.

b. Obtención de resultados

En los proyectos de robótica educativa, uno de los aspectos más importantes es documentar toda la observación que se hace en la utilización de juguetes robóticos educativos, con el fin de analizar bien las acciones que se realizan y poder así, describir los resultados que se dan durante y después del uso de estos dispositivos en el aula de clases.

Los resultados de la implementación del Juguete Robótico educativo dependen de la metodología de investigación o experimento que se esté realizando, dependiendo si la investigación es cualitativa o cuantitativa, se utilizan diferentes métodos en el proceso, lo que genera que los resultados en unos se den en menor tiempo que en otros. El proceso de recolección de información se debe realizar mediante un instrumento de evaluación de la habilidad seleccionada basándose en una teoría y en un autor reconocido.

c. Análisis de resultados

Para el análisis de los resultados de la implementación de un Juguete robótico educativo, hay que apoyarse en la teoría de un autor reconocido, la cual establezca unos parámetros que permitirán evaluar los resultados del JRE. La teoría seleccionada se debe aplicar a través de un test de prueba, estructurado según los criterios establecidos por el autor, dependiendo de estos resultados se determina la viabilidad del juguete robótico educativo en el contexto determinado.

El siguiente test se debe diligenciar teniendo presente los resultados obtenidos del instrumento basado en la teoría y autor tomado, teniendo en cuenta otros mecanismos como la observación directa o la entrevista. La escala de valoración del test va de 1 a 5, donde 1 es la valoración más baja y 5 la más alta.

Test de resultados jre					
Ítems	1	2	3	4	5

El niño se sintió a gusto utilizando el JRE					
El JRE hace aportes significativos en la solución de la necesidad educativa					
El JRE mejoro los procesos de enseñanza aprendizaje en los niños					
El uso del JRE resulto motivador					
El JRE fomento la creatividad en los niños					
El uso del JRE estimulo el aprendizaje					
El JRE fue pertinente para la población objeto de estudio					
Observaciones					

Tabla 8: test de resultados del JRE

Este test se propone con el fin de hacer un contraste de los resultados obtenidos con los diferentes mecanismos de recolección de información implementados en el desarrollo de la investigación.

d. Retroalimentación

La retroalimentación es esa propiedad de un sistema de lazo cerrado que permite la salida (o cualquier otra variable controlada del sistema) sea comparada con la entrada al sistema (o con una entrada a cualquier componente interno del sistema o con un subsistema de éste) de tal manera que pueda establecer la acción de control apropiada como función de la entrada y la salida (López, 2012).

En ese sentido, en el proceso de ejecución de la metodología para el desarrollo de juguetes robóticos educativos, se da una retroalimentación para verificar e identificar los diferentes errores o anomalías que se generaron en el desarrollo de las diferentes etapas de esta, identificando los elementos que no hicieron viable o medianamente viable el JRE. Esta retroalimentación se también se puede dar con la finalidad de optimizar los resultados obtenidos.

BIBLIOGRAFÍA

Sánchez, J. (2011). Diagnóstico y aplicación de los estilos de aprendizaje en los estudiantes del bachillerato internacional: una propuesta pedagógica para la enseñanza eficaz de la robótica educativa (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, España.

González, J. y Jiménez, J. (2009). La robótica como herramienta para la educación en ciencias e ingeniería. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*. 31-36

Ortega, E., Calderón, A., Palao, J. y Puigcerver, M. (2008). Diseño y validación de un cuestionario para evaluar la actitud percibida del profesor en clase y de un cuestionario para evaluar los contenidos actitudinales de los alumnos durante las clases de educación física en secundaria. *Retos. Nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (14), 22-29.

Highfield, K., Mulligan, J., Hedberg J., (2008). Early mathematics learning through exploration with programable toys. Macquarie University

Mikropoulos, T. y Bellou, I. (2013). Educational Robotics as Mindtools. *Themes in Science & Technology Education*, 6(1), 5-14.

Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science & Technology Education*, 6(1), 63-71.

Denis, B. y Hubert, S. (2001). Collaborative learning in an educational robotics environment. *Computers in Human Behavior*, (17), 465-480.

Barreto, F. y Benitti, V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58, 978-988.

Poletz, L., Encarnação, P., Adams, K. y Cook, A. (2010). Robot skills and cognitive performance of preschool children. *Technology and Disability*, 22, 117-126 DOI 10.3233/TAD20100296.

Felicia, A. y Sharif, S. (2014). A review on educational robotics as assistive tools for learning mathematics and science. *International Journal of Computer Science Trends and Technology (IJCST)*, 2 (2), 62-84.

Mendoza, L., Pérez, M. y Grimán, A. (2005). Prototipo de modelo sistémico de calidad (MOSCA) del software. *Computación y Sistemas*, 8 (3), 196-217.

Casas, J., Repullo, J. y Donado, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos. *Aten Primaria* 31(8), 143-162.

Moreno, P. (2005). El profesorado de Educación Física y las competencias básicas en TIC en el desarrollo de su actividad profesional (Tesis doctoral). Universidad Rovira i Virgili, Tarragona, España.

Sidorov, G., Kobozeva, I., Zimmerling, A., Chanona-Hernández, L. y Kolesnikova, O. (2014). Modelo computacional del dialogo basado en reglas aplicado a un robot guía móvil. *Polibits*, 50, 35-42.

Bermúdez, G. (2002). Robots móviles. Teoría, aplicaciones y experiencias. *Tecnura (Tecnología y cultura, afirmando el conocimiento)*, 5 (10).

Caro, M. y Toscano, R. (2015). MODESEC: modelo para el desarrollo de software educativo basado en competencias. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, 5, 188 – 200.

García, J. (2015). Robótica Educativa. La programación como parte de un proceso educativo. RED-Revista de Educación a Distancia, 46(8). Recuperado de <http://www.um.es/ead/red/46/garcia.pdf>

Corral, Y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista ciencias de la educación*, 19 (33), 228-247.

García, J. y Magal, T. (2007). Diseño y validación de la plataforma PLEVALEX como respuesta a los retos de diseño de exámenes de lenguas para fines específicos. *Revista ibérica*, 14, 79-98.