



Ciencias  
*de la*  
Computación

---

Ingeniantes

# Aplicación interactiva de astronomía con robot NAO, de apoyo a educación preescolar



## Colaboración

Miguel Flores Zárate; Víctor César Olguín Zárate; Lorena Santos Espinosa; Axel Munguía Zaragoza, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan

**RESUMEN:** La decisión de desarrollar una aplicación interactiva, fue para apoyar a instituciones de educación preescolar en la enseñanza de las ciencias básicas, debido a que es importante que los niños de estas instituciones aprendan los temas como la disciplina de astronomía de manera interactiva; es decir, que los niños participen en las actividades haciendo uso de la tecnología motivados mediante un dispositivo como un robot humanoide NAO, este cuenta con una extensa gama de movimientos, detección de objetos, comunicación en diferentes lenguajes, que por lo tanto atraer la atención de la población en estudio. Utilizar la robótica educativa implica el diseño, evaluación e implementación del comportamiento de un robot (behavior). Siendo un robot un mecanismo controlado por un ordenador, programado para moverse, manipular objetos, hacer diferentes y determinados trabajos por medio de la interacción con su entorno.

**PALABRAS CLAVE:** Aplicación interactiva, robótica educativa, behavior, robot humanoide NAO.

**ABSTRACT:** The decision to develop an interactive application was to support preschool education institutions in basic science education because it is important for children in these institutions to learn subjects such as the astronomy discipline in an interactive way; that is to say, that the children participate in the activities making use of the technology motivated by means of a device like humanoid robot NAO, since this one counts on an ample range of movements, detection of objects, communication in different languages, that therefore to attract the attention of the population under study. Using robotics education involves the design, evaluation and implementation of behavior of a robot (behavior). Being a robot a mechanism controlled by a computer, programmed to move, manipulate objects, do different and certain jobs by means of interaction with its environment. .

**KEYWORDS:** Interactive application, educational robotics, behavior, humanoid robot NAO.

## INTRODUCCIÓN

La educación inicial (educación y atención de la primera infancia) desempeñan un papel importante en el desarrollo cognitivo de los niños y en el rendimiento escolar subsecuente. Durante la última década, México ha logrado matricular en la educación inicial a niños de 4 años.

En el 2005, el 69% de los niños de 4 años estaban matriculados en la educación preescolar (CINE 02), 7 puntos porcentuales por debajo de la media de la OCDE. Sin embargo, para el 2015 la tasa de matrícula de México para este grupo de edad fue de 89%, por encima del promedio de la OCDE de 87%, así como otros países latinoamericanos como Argentina (81%), Brasil (79%), Colombia (81%) y Costa Rica (59%).

México obtuvo el sexto mayor incremento en las tasas de matriculación de niños de 4 años entre los países de la OCDE, después de Australia, Chile, Corea, Polonia y Turquía, y el doble del promedio de la OCDE en este período[1].

En México, el Programa de Educación Preescolar (PEP, 2004) incorpora la enseñanza de la ciencia con un enfoque centrado en competencias, donde el objetivo primordial es que los niños desarrollen capacidades y actitudes que caracterizan al pensamiento reflexivo, mediante experiencias que les permitan aprender más sobre el mundo natural y social.

Por otro lado, la educación superior, debe brindar los elementos y herramientas necesarios para que los nuevos educadores o aún en procesos de formación, logren adquirir los conocimientos para el aprovechamiento efectivo y eficiente de los recursos tecnológicos disponibles en el centro educativo, así como también, ofrecer la preparación necesaria para ser promotores de un aprendizaje integral, donde se fomente el estudio científico, tecnológico y la innovación [2].

La robótica educativa se posiciona como un elemento nuevo y necesario de conocer por las nuevas generaciones. Abarca temas multidisciplinarios como: la electrónica, la informática, la mecánica y la física, entre otros.

Sin embargo, el uso de robots educativos como parte de la investigación logró impactar a la comunidad implicada formada por estudiantes de nivel preescolar, transformando su práctica educativa, pues se identificaron rutas de acción que permitieron a los docentes 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 [3].

Es cierto que desde los programas curriculares se han hecho importantes esfuerzos, pero estos se quedan en los cambios curriculares y, en algunos casos, en los libros de texto, y no han llegado a cambiar la percepción de la mayoría de los docentes sobre esa visión del aprendizaje de la ciencia como algo marginal en el proceso educativo. Por lo cual, la enseñanza de estas ciencias se pueden apoyar en la interacción humano-robot, mediante comportamientos cargados al robot llamados behaviors, como una forma de despertar el interés desde los niveles iniciales de la educación.

Por lo tanto, el objetivo se centra en desarrollar una aplicación interactiva de apoyo a estudio de las ciencias naturales en la disciplina de astronomía, mediante la interacción con el robot humanoide NAO.

El Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan adquirió 3 dispositivos Nao, es un robot humanoide autónomo, programable y de mediana estatura. Fue creado por la compañía Francesa Aldebarán Robotics. Es posible manipular al robot Nao de forma física o virtual. Para la forma física existen las plataformas de desarrollo de Choregraphe y Nao's SDK, mientras que para la forma virtual existen numerosas aplicaciones.

La robótica es un campo emergente con aplicaciones en muchas facetas de nuestra vida diaria. Es importante para todos los miembros de la sociedad entender la tecnología y todo lo que ello conlleva. Pero, la robótica y la inteligencia artificial son importantes por mucho más que ello, que proporcionan una combinación única de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

La interacción entre humanos y computadoras (Human Computer Interaction – HCI) es una disciplina que involucra el diseño, evaluación e implementación de sistemas de cómputo interactivos para el uso humano así como los fenómenos alrededor de estos [HEW 1992]. En la misma lógica, la interacción entre humanos y robots (Human Robot Interaction – HRI) estudia la forma en que la gente se comunica con los robots y como hacer dicha comunicación eficiente [4].

Un robot Nao humanoide actúa como ser humano. Esto es, si es capaz de realizar tareas normalmente efectuadas en un ambiente típico de humanos. Esta definición se basa en la funcionalidad más no en la apariencia y/o estructura del robot. Cuenta con un par de bocinas que le permiten reproducir sonido o voz y con un par de micrófonos por lo que se puede trabajar en aspectos relacionados con el reconocimiento de sonidos y voz o utilizar las librerías ya precargadas para estos fines. El robot cuenta además con dos cámaras que le permiten percibir su ambiente, así como trabajar en algoritmos de visión computacional y servo-visión.

NAO es capaz de comunicarse con otros robots u otros dispositivos mediante Wi-Fi, Ethernet o Bluetooth [5]. Su versión más completa cuenta con 25 grados de libertad que le permiten tener una gran capacidad y rango de movimiento. El Robot Humanoide NAO puede caminar de forma omnidireccional, es decir, no solamente puede caminar hacia adelante y hacia atrás, sino que también es posible conducir al robot a cualquier punto y dirección que se desee. Cuenta con una gran variedad de sensores entre los que destacan una unidad inercial y 8 sensores resistivos de presión que permiten tener retroalimentación del sistema de caminado y por consiguiente modelar diferentes tipos algoritmos de control [6]

Una acción se refiere al hecho de ordenar al robot la ejecución de algún comportamiento predefinido, por ejemplo, caminar, girar, detenerse, etc. [7].

Un behavior es un conjunto de instrucciones que se pueden enviar o instalar en el robot.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se trata de un trabajo investigativo cualitativo, por lo cual se lleva a cabo la investigación-acción en el aula, el cual fue propuesto por Lewin Kurt [8], y se busca la mejora en la obtención de conocimientos respecto a la práctica educativa.

El proyecto se desarrolló en fases sucesivas desde la planeación de los contenidos hasta la aplicación en instituciones de nivel preescolar y básico.

Fase 1: Se analizaron los contenidos de las asignaturas de ciencias para conocer los temas de astronomía que deben conocer los niños de educación preescolar considerando los planes de estudio de las instituciones muestra de la región, así como el entorno en que se desenvuelven, para analizar el nivel de aprendizaje que tiene con el sistema tradicional, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1.- Análisis de contenidos en nivel preescolar.

ASIGNATURA	TEMA	DESCRIPCION	ACTIVIDAD	HORAS ASIGNADAS
CIENCIAS NATURALES	EL SISTEMA SOLAR	DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA SOLAR (LOS PLANETAS).	REALIZAR UNA MAQUETA REPRESENTATIVA DEL SISTEMA SOLAR.	5 HORAS CLASE
	LA TIERRA	DESCRIBEN LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA.	REALIZAR UNA MAQUETA REPRESENTATIVA DE LOS MOVIMIENTOS.	3 HORAS CLASE

Cabe mencionar que se decidió como primera fase considerar 3 temas principales, el sol y el sistema solar, los planetas y los cometas.

Fase 2: Se observaron y analizaron videos de métodos de interacción de enseñanza-aprendizaje con niños en diferentes disciplinas, para seleccionar la forma en que se lograría obtener la mejor interacción de un niño de preescolar con el robot como se muestra en la Tabla 2; por lo tanto, se planteó trabajar con material didáctico que comúnmente usan las educadoras en este nivel académico, como son bolas de unicel pintadas de diferente color para simular los planetas, cada una de estos por la parte frontal tendría una Nao Mark, que identificaría el robot en cada planeta, como se muestra en la Figura 1. Además de simplificar palabras técnicas de los temas por palabras de uso común para los niños y lo pudieran comprender.

Tabla 2.- Videos observados y analizados para identificar la forma de interacción.

ANÁLISIS DE CONTENIDOS DE VIDEOS INFANTILES

NOMBRE DEL VIDEO	TIPO	TIEMPO DE VIDEO	TIEMPO DE ANÁLISIS
EL SISTEMA SOLAR	DOCUMENTAL	23:52 MINUTOS	5 HORAS
EL SISTEMA SOLAR PARA NIÑOS CON BARNEY	EDUCATIVO INFANTIL	7:29 MINUTOS	45 MINUTOS
LOS PLANETAS	ENCICLOPEDIA AMERICANA	24:23 MINUTOS	4 HORAS
ZAMBA EXCURSION AL OBSERVATORIO LOS COMETAS	DOCUMENTAL	4:01 MINUTOS	40 MINUTOS



Figura 1. Nao Mark y sus correspondiente representación del planeta.

Fase 3: Se desarrollaron los behaviors de cada tema para el robot NAO mediante el software Choregraphe, primero una presentación de la aplicación, posteriormente se crearon los bloques (caja) del comportamiento, la secuencia de las entradas y salidas de los bloques, para llevar la secuencia lógica adecuada entre cada bloque, como se muestra en la Figura 2, así como algunas modificaciones se realizaron haciendo uso de lenguaje de programación Python para algunos movimientos más específicos. Se crearon las líneas de tiempo para grabar los comportamientos y sincronizar los movimientos con los diálogos, así como la activación por medio de los sensores en las manos y comandos de voz, su empaquetado y la carga del behavior en el NAO [9].

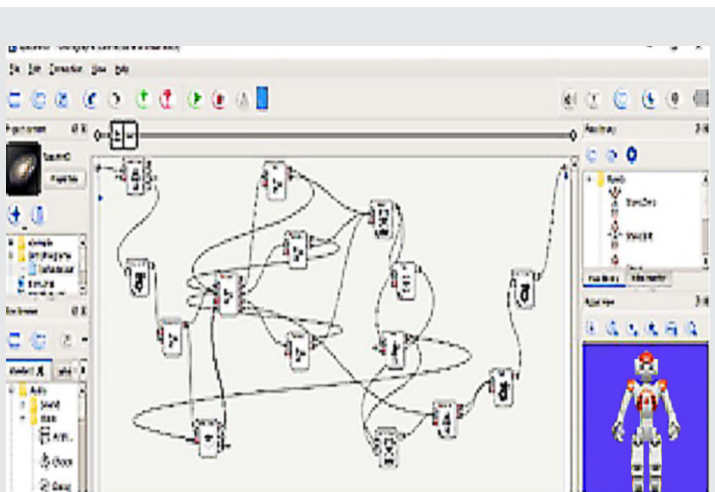


Figura 2. Programación en Choregraphe con Robot Virtual.

Fase 4: Posteriormente, se solicitó a la educadora que explicara alguno de los temas seleccionados, después se le pidió evaluara el conocimiento aprendido por los alumnos. A otro grupo se le enseñó el mismo tema

utilizando la aplicación de Astronomía con NAO, se le pidió a la educadora que evaluará de la misma forma que a los alumno que aprendieron de forma tradicional verificando en todos los casos un incremento en el aprendizaje de los niños con los behaviors de NAO, como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Educadora evaluando el aprendizaje.

Fase 5. La investigación se realizó en diferentes instituciones de nivel preescolar. De tal forma, fundamentado en el resultado obtenido se realizó una recodificación de los behaviors; está vez se le dio una orientación para educación primaria; estos cambios se realizaron porque se tomó la suposición de que por la edad de los niños se lograría una mayor comprensión de los conceptos de astronomía con niños de nivel primaria.

De tal modo, se aplicó nuevamente la Fase 4 en grupos de nivel primaria obteniendo un incremento más significativo que con los niños de preescolar, como se muestra en la Figura 4. Además, se pudo observar también mayor interés en los profesores de primaria.



Figura 4. Presentación nivel primaria.

**RESULTADOS**

La aplicación se presentó en la ciudad de Aguascalientes en el Concurso Nacional de Robótica e Inteligencia Artificial NAO 2015, obteniendo el primer lugar en la categoría de exhibición Aplicación Nao, como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Presentación Concurso NAO.

Posteriormente fue aplicada a instituciones de nivel preescolar del Centro de Atención Infantil Comunitaria (CAIC), del cual se seleccionó una muestra de 58 niños de nivel preescolar de dos diferentes instituciones. De la misma manera se realizó la selección de una muestra de 87 niños de cuarto grado de nivel primaria, de cuatro grupos diferentes, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Instituciones Muestra.

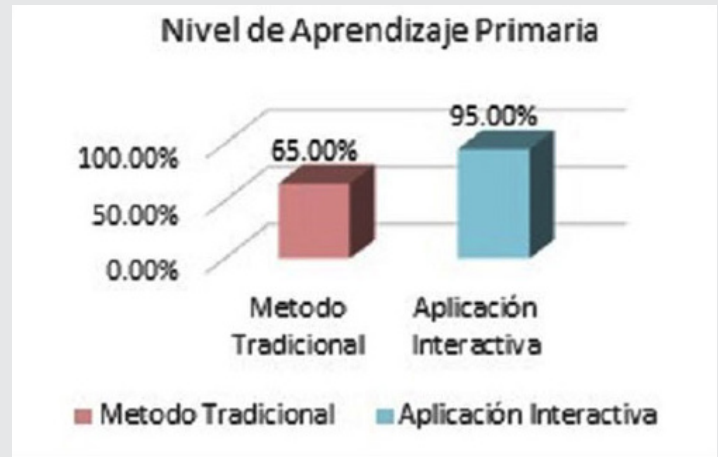
NIVEL ESCOLAR	NOMBRE DE LA INSTITUCION	NUMERO DE GRUPOS	NUMERO DE ALUMNOS
PREESCOLAR	CAIC (Centro)	1	30
PREESCOLAR	CAIC (Norte)	1	28
PRIMARIA	PRIMARIA PORFIRIO O. MORALES	4	87

El comparativo de nivel de aprendizaje de nivel Preescolar, muestra un incremento en la comprensión de los niños, del 60% del método tradicional, al 75% mediante la aplicación interactiva Nao, cabe mencionar que el incremento es correspondiente a las edades de los niños, como se muestra en la Figura 6 y la gráfica 1.

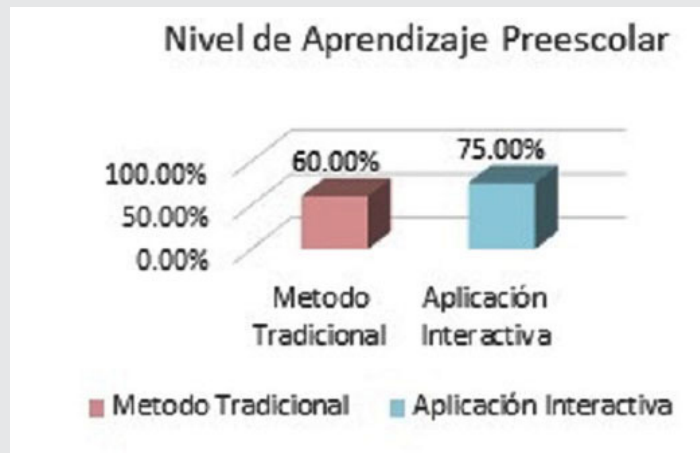
Mientras el comparativo de nivel de aprendizaje de nivel Primaria, muestra un incremento en la comprensión de los niños, del 65% del método tradicional al 90% mediante la aplicación con aplicación interactiva Nao, motivado principalmente porque comprenden mejor los conceptos que muestra la aplicación con el robot NAO, como se muestra en la Figura 7 y la Gráfica 2.



Figura 6. Presentación de Nivel Preescolar.



Grafica 2.- Comparativa de compresión de Nivel Primaria.



Grafica 1.- Comparativa de compresión Nivel Preescolar.



Figura 7. Presentación de Nivel Preescolar.

Finalmente, se continúa presentando la aplicación a diferentes sectores de la población, con la finalidad de depurar o incrementar mayor funcionalidad a la aplicación.

## CONCLUSIONES

Con la evolución de las tecnologías, y aprovechando que los niños tratan de interactuar más con su entorno y el interés que despiertan los dispositivos como el Robot Humanoide Nao, vemos que se pueden dirigir los métodos de la educación tradicional, reforzados con instrumentos más visuales, auditivos y motrices que nos ofrecen.

Se observa el avance que se obtiene de la disciplina de Astronomía, apoyándose de las nuevas tecnologías y dispositivos como el Robot Nao; que se debe buscar mejorar los métodos e instrumentos de enseñanza-aprendizaje de los niveles educativos en el país.

Es importante visualizar que, de la misma forma que se desarrolló esta aplicación interactiva para los niños, aplicarla a otras áreas o disciplinas del conocimiento humano, y ver los beneficios que se obtienen en nuestros estudiantes.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Estudios Económicos de la OCDE. [www.oecd.org/eco/surveys/economic-survey-mexico.htm](http://www.oecd.org/eco/surveys/economic-survey-mexico.htm)
- [2] Jiménez, M., & Cerdas, R. (2014). *La robótica educativa como agente promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica.* (págs. 1-18). Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- [3] Barrera Lombana, N. (2015). *Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula.* *Praxis & Saber*, 215-234.

[4] Ramos López, C. F. (2009). *Sistema de Interacción Humano - Robot basado en voz para el entrenamiento de comportamientos*. Ciudad de México, México: Instituto Tecnológico Autónomo de México.

[5] Mediatec, G. (2012). Obtenido de *ROBOTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL* :<http://www.grupomEDIATEC.com/robotica/index.html>

[6] Beiter, M., Coltin, B., & Liemhetcharat, S. (2004). *An Introduction to robotics with NAO*. Aldebarán.

[7] Medina, L. E. (2011). *Simulación del comportamiento para robots humanoides en un juego de fútbol*. México, D.F.

[8] Flick, U. (2004). *Introducción a la investigación cuantitativa*. Madrid, España: Ediciones Morata.

[9] NAO Documentation. (20 de 04 de 2015). Obtenido de *NAO Software 1.14.5 documentation*: <http://doc.aldebaran.com/1-14/index.html>