

## Diseño de aprendizaje en nivel superior: Un caso práctico con los robots Bioloid y NAO H25

JUAREZ-Cristina\*†, SANCHEZ, José, MARTINEZ-Magally y SOBERANES-Anabelem

Recibido Julio 16, 2015; Aceptado Septiembre 13, 2015

### Resumen

En este artículo se presenta una propuesta de implementación de un proceso para el diseño de aprendizaje utilizando los robots Bioloid y NAO H25 en las clases presenciales. Con base a las experiencias docentes que reflejan que el trabajo individual y colaborativo entre estudiantes tiene mayores ventajas y tienen como finalidad mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las unidades de aprendizaje del área de robótica en nivel superior. Estas experiencias se plasman en las asignaturas de Fundamentos de Robótica, Robótica Avanzada, Sistemas Expertos e Inteligencia Artificial que se imparten en la carrera de Ingeniería en Computación del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco. En el diseño de aprendizaje se propone el modelo ADDIE para el desarrollo y seguimiento de cursos del área de robótica. Los resultados presentaron ventajas didácticas con el uso de los robots propuestos y se identificaron las características primordiales del diseño de aprendizaje para los cursos presenciales del nivel superior

### Robótica Educativa, Bioloid, NAO H25, ADDIE

**Citación:** JUAREZ-Cristina, SANCHEZ, José, MARTINEZ-Magally y SOBERANES-Anabelem. Diseño de aprendizaje en nivel superior: Un caso práctico con los robots Bioloid y NAO H25. Revista de Aplicación Científica y Técnica 2015, 1-2: 127-136

### Abstract

This work presents a proposal to implement a process for the design of learning using Bioloid and NAO H25 robots classes will be presented. Based on the experiences teachers that reflect the individual and collaborative work among students it has advantages and are intended to improve the teaching and learning of the learning units in the area of robotics higher level. These experiences are reflected in the courses Fundamentals of Robotics, Advanced Robotics, Artificial Intelligence and Expert Systems taught at the Computer Engineering in the University Center Valle de Chalco of the UAEM. In designing learning the ADDIE model for the development and monitoring of the area of robotics courses proposed. The results showed learning advantages with the use of robots and primordial proposed design features the traditional classroom learning for top level were identified.

### Educational Robotics , Bioloid, NAO H25 , ADDIE

\* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: cjuarezl@uaemex.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

El diseño y planificación de esquemas tradicionales para los cursos y materiales de enseñanza se han modificado por el auge de la tecnología actual, sin embargo se tienen que enfrentar otro tipo de estrategias bajo una óptica reflexiva y de adaptación a nuevos modelos de aprendizaje.

Los materiales y programas que se diseñen deben promover el desarrollo del pensamiento lógico y habilidades más efectivas de gestión de la información y el conocimiento; acordes con los enfoques actuales de la cultura participativa, el conocimiento, contenido, medios y aprendizaje abiertos (Gongorá, 2012).

Actualmente, los modelos en que se basa el diseño instruccional se han reenfocado para pasar de modelos centrados en la enseñanza a modelos centrados en el alumno, en busca, más que de prescribir actividades de enseñanza para el docente, de describir y promover actividades cognoscitivas generales que fortalezcan la capacidad de un aprendizaje duradero, transferible y autorregulable en el alumno. Al analizar el nivel de conocimiento de los estudiantes de licenciatura de la carrera de Ingeniería en Computación frente a la Robótica, se detectó, la diversidad de perspectivas en el manejo de conceptos de dichos estudiantes con respecto a conocimientos tecnológicos, informáticos-eléctricos, electrónicos, mecánicos y robóticos y, por ende, se vio la necesidad de proponer la construcción de un diseño instruccional o también conocido como diseño de aprendizaje que involucrará un proceso que permita la construcción en el manejo de conocimientos individuales y colaborativos que ayudaran a los estudiantes a una mejor comprensión y manejo de la robótica en las unidades de aprendizaje que requieren el fundamento, implementación y desarrollo de prototipos robóticos (Nourbakhsh, 2000).

La función que pertenece al diseñador instruccional se puede basar en la creación de sistemas expertos computacionales que radica básicamente en el uso de métodos para la obtención de información y de técnicas para el diseño de programas de instrucción asistida por computación inteligente (IACI), así como en el uso de la ingeniería del conocimiento para la creación del modelo del alumno.

La investigación actual deja muy en claro que la calidad del aprendizaje depende de las habilidades para organizar y representar el conocimiento, y de la riqueza de la base que el alumno posea. Los procedimientos instruccionales dependerán no sólo de la naturaleza del conocimiento de la disciplina de enseñanza, sino también, y de un modo fundamental, de las metas perseguidas.

La robótica es un campo de la tecnología, que trata el diseño y construcción de máquinas multifuncionales que son capaces de realizar un trabajo específico que necesita una precisión exacta. En la mayoría de las ocasiones estas máquinas son dirigidas por un software especializado que permite un control total de las funciones de los prototipos robóticos (Pinto,2010).

En la robótica se combinan varias disciplinas al mismo tiempo, como son la mecánica, la electrónica, la informática y la ingeniería de control por tanto es importante el aporte que recibe y extrae de campos tales como el Álgebra, los autómatas programables y las máquinas de estados.

El presente trabajo aborda, en este sentido, las fases correspondientes al proceso de diseño de aprendizaje con base a un modelo que promueve la importancia para el aprendizaje de que los estudiantes tengan acceso a casos relacionados con los robots humanoides Bioloid y NAO H25, así como a los recursos de información y herramientas de colaboración.

Las fases propuestas en el diseño de aprendizaje de la robótica incluyen: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación, con apoyo en tecnologías ofrecidas por los robots humanoides NAO H25 y Bioloid.

Se revisa primeramente, el proceso de diseño de aprendizaje como una de las metas importantes que la enseñanza debe propiciar en el alumno de ingeniería en computación.

La importancia de la investigación sobre solución de problemas para la enseñanza de unidades de aprendizaje del área de robótica queda manifiesta al analizar el proceso de características que definen los elementos primordiales para cada fase del diseño instruccional con el objetivo de propiciar la construcción de los conocimientos de los conocimientos del área de robótica y el aprendizaje de la misma.

Finalmente, a través de este trabajo se observará el modelo propuesto que integra como herramientas tecnológicas los robots humanoides para el uso en clases presenciales del área de robótica dirigidas a alumnos de la carrera de ingeniería en computación que considera el modelo educativo por competencias de la Universidad Autónoma del Estado de México.

### Proceso de diseño de aprendizaje

Este modelo plantea un enfoque constructivista para el diseño de aprendizaje que permite al estudiante construir resultados de aprendizaje significativos.

Las fases del modelo ADDIE se describen a continuación en las tablas de la 1 a la 5, donde se presenta la función, las tareas o actividades a realizar y los resultados de cada fase del proceso.

1ra. Fase del proceso	
<b>Función</b>	El proceso de definir qué es aprendido
<b>Tareas</b>	Evaluación de necesidades Identificación del Problema Análisis de tareas
<b>Resultados</b>	Perfil del estudiante Descripción de obstáculos Necesidades, definición de problemas

Tabla 1: Fase de Análisis.

2da. Fase del proceso	
<b>Función</b>	El proceso de especificar cómo debe ser aprendido
<b>Tareas</b>	Escribir los objetivos Desarrollar los temas a evaluar Planear la instrucción Identificar los recursos
<b>Resultados</b>	Objetivos medibles Estrategia Instruccional Especificaciones del prototipo

Tabla 2: Fase de Diseño.

3ra. Fase del proceso	
<b>Función</b>	El proceso de autorización y producción de los materiales
<b>Tareas</b>	Trabajar con productores Desarrollar el libro de trabajo, organigrama y programa Desarrollar los ejercicios prácticos Crear el ambiente de aprendizaje
<b>Resultados</b>	Instrucción basada en la computadora Instrumentos de Retroalimentación Instrumentos de medición Instrucción mediada por computadora Aprendizaje colaborativo Entrenamiento basado en la Web

Tabla 1 Fase de Desarrollo

4ta. Fase del proceso	
<b>Función</b>	El proceso de instalar el proyecto en el contexto del mundo real
<b>Tareas</b>	Entrenamiento docente Entrenamiento piloto
<b>Resultados</b>	Comentarios del estudiante Datos de la evaluación

Tabla 4: Fase de Implementación.

5ta. Fase del proceso	
<b>Función</b>	El proceso de determinar la adecuación de la instrucción
<b>Tareas</b>	Datos de registro del tiempo Interpretación de los resultados de la evaluación Encuestas a graduados Revisión de actividades
<b>Resultados</b>	Recomendaciones Informe de la evaluación Revisión de los materiales Revisión del prototipo

Tabla 2 Fase de Evaluación.

### Descripción del Robot Bioloid

Es un kit comercial Bioloid Premium Kit, de la marca Robotis. Dicho robot está diseñado para el aprendizaje de la robótica y está formado por varios sensores, una batería, un controlador principal llamado CM-510, los componentes para unir las diferentes piezas y servomecanismos modulares llamados Dynamixels. Estos últimos pueden usarse conectados de forma que adopten un modelo en particular o personalizándolo para construir robots de diferentes formas (con ruedas, piernas, humanoides, etc.). Este kit se programa en lenguaje C, como es usual en la mayoría de este tipo de kits destinados a la robótica educativa. La figura 1 presenta el robot Bioloid y las diferentes configuraciones que se pueden presentar con este kit Premium.



Figura 1 Configuraciones del Kit Bioloid Premium.

### Descripción del Robot NAO H25

Es un robot humanoide programable y autónomo desarrollado por Aldebaran Robotics, una compañía de robótica francesa con sede en París que nació en el año 2005. Esta empresa se fundó con la idea de crear robots humanoides capaces de asistir a las personas. La figura 2 muestra una imagen del robot NAO.



Figura 2 Robot humanoide NAO H25.

### Características del Robot NAO

- 25 Grados de Libertad (referido en inglés como Degrees of Freedom)
- Caminado omnidireccional

- Dos manos prensiles
- CPU ATOM Z530 1.6 GHz
- Memoria Flash de 256 MB SDRAM / 2 GB
- Sensor de Inercia con Giroscopio de dos ejes y Acelerómetro de 3 ejes
- 1x Puerto Ethernet RJ45 – 10/100/1000 base T y Wi-Fi IEEE 802.11b/g
- 2x Cámaras de video (960p@30fps), mejor sensibilidad en VGA. Visión - horizontal de 239°, visión vertical de 68°.
- Resolución de alta definición. Capacidad de procesamiento de visión
- Reconocimiento de objetos
- Detección y reconocimiento de rostros
- Dos altavoces y síntesis vocal multi- idioma (Español e Inglés precargados)
- Cuatro micrófonos y reconocimiento de voz multi-idioma (Español e Inglés precargados)
- Soporta múltiples lenguajes de programación

### Propuestas estratégicas

A partir de las experiencias de clases presenciales del área de robótica como son de las unidades de aprendizaje de Fundamentos de robótica, Robótica Avanzada, Sistemas Expertos e Inteligencia Artificial que se imparten en la carrera de Ingeniería en Computación del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco. Se determinaron las propuestas a considerar basados en un diagnóstico del contexto de aprendizaje que se presenta en la tabla 6

Los programas de estudios de las unidades de aprendizaje del área de robótica contienen intenciones educativas relacionadas con:

El aprender a CONOCER, lo que nos lleva a definir objetivos declarativos que comprenden el aprendizaje de teorías, principios y conceptos.

El aprender a APRENDER que lleva a la definición de objetivos de desarrollo de habilidades y competencias.

El aprender a HACER contiene objetivos procedimentales relacionados con el aprendizaje de métodos, técnicas y procedimientos.

El aprender CONVIVIR con otros, que sostiene objetivos que permitan reconocer, respetar y atender las diferencias y la búsqueda de la colaboración.

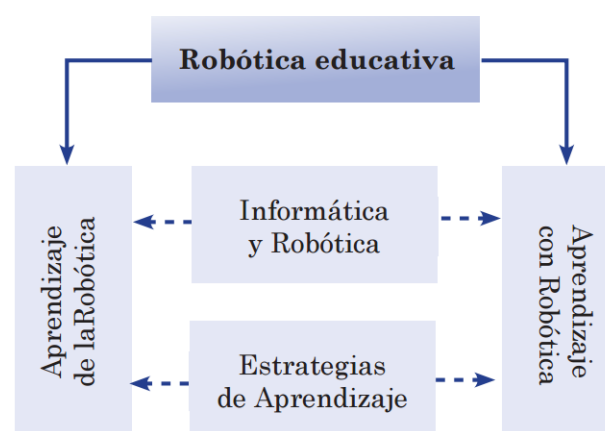
El aprender a SER que involucra objetivos actitudinales como la creatividad, los valores, las actitudes y las tomas de decisiones.

Diagnostico	Propuesta
Existe un cierto alejamiento de la enseñanza de la robótica con la vida cotidiana	Centrar los conocimientos en casos prácticos en el estudiante y su entorno, significativo para su vida.
Son de las materias con menor tiempo en la trayectoria académica del estudiante	Conocimiento del contenido por construcción personal y en colaboración, por aproximaciones y con graduación precisa.  Desarrollo de habilidades. Conocimiento mediado por la tecnología para construir conceptos más complejos con mayor facilidad.
Los programas de las unidades de aprendizaje no atendían las diferencias individuales	Atención a la diversidad - unidad
Bajas oportunidades de manifestar la creatividad	Estímular a la creatividad

**Tabla 3** Propuestas consideradas

### Robótica educativa

Según su utilización en la educación se clasifica en dos tipos: “Robótica en educación y robótica para la educación”. Los dos enfoques se presentan en este apartado para analizar el uso que se les da a los robots para el aprendizaje de la robótica y la utilización de la misma en el aprendizaje de temáticas en diversas áreas del conocimiento. La figura 3 presenta los dos enfoques que se pueden considerar de la robótica educativa (RE).



**Figura 3** Enfoques de la RE.

La robótica en el aula permite, además de estudiar tópicos de automatización y control de procesos del área de tecnología e informática, el aprendizaje de temas de diferentes áreas de conocimiento, dado el interés que despierta el trabajar con objetos concretos y llamativos como un robot y, si se implementa, junto con los recursos, una metodología y una adecuada planificación, se estimula en los estudiantes el aprendizaje de temáticas que, de otra forma, sería más difícil de entender y poco motivantes para su estudio.

La RE también conocida como robótica pedagógica se inscribe, en una teoría cognitivista de la enseñanza y del aprendizaje. El aprendizaje se estudia en tanto que proceso constructivista y es doblemente activo. Activo por una parte, en el sentido de demandar al estudiante ser activo desde el punto de vista intelectual; y por otra parte, solicita que el estudiante sea activo, pero desde el punto de vista sensorial. Algunas de las principales bondades de la robótica pedagógica son:

- Integración de distintas áreas del conocimiento
- Operación con objetos manipulables, favoreciendo el paso de lo concreto a lo abstracto

- Apropriación por parte de los estudiantes de distintos lenguajes (gráfico, matemático, informático, tecnológico, etcétera)
- Operación y control de distintas variables de manera síncrona
- Desarrollo de un pensamiento sistémico y sistemático
- Construcción y prueba de sus propias estrategias de adquisición del conocimiento mediante una orientación pedagógica adecuada
- Creación de entornos de aprendizaje
- Aprendizaje del proceso científico y de la representación y modelización matemáticas

Lo anterior justifica el uso de robots en el aula para el aprendizaje de conocimientos de diferentes áreas. De esta forma una propuesta de RE en nivel superior debe implementarse bajo un enfoque pedagógico que tenga en cuenta el ambiente de aprendizaje, la planeación de las actividades, los recursos, el tiempo necesario para la realización de cada una de estas y la metodología con la cual se va a desarrollar la labor, además de considerar el modelo ADDIE para el proceso de diseño de aprendizaje.

### Caso práctico: Robot Bioid

Con el kit de robótica mencionado anteriormente, se llevan a cabo con los estudiantes una serie de estrategias y actividades que comprenden desde la presentación del robot, hasta la definición de los alcances y las limitaciones que presentan este tipo de herramientas con base a un tema específico dependiendo del programa de estudios, para dar solución a una serie de necesidades de la vida cotidiana.

Para el caso de temas que implican conocimientos básicos del funcionamiento de los robots; se establece como trabajo en equipo con los estudiantes ensamblar el robot, donde convergen otros conocimientos para realizar el ensamblaje como lo son: servomotores, sensores, controladores que en este caso son de la marca Robotis.

Una vez que el robot ha sido ensamblado conforme a los manuales de referencia y conocimientos indicados en el programa de estudios, también se destina tiempo a la programación en lenguaje C. En estas sesiones, los docentes presentan cómo se instala el software en un PC para configurar y programar el robot. Se explica una introducción a los controladores que permitan a los estudiantes conocer cómo funcionan, qué beneficios y qué limitaciones tienen. Posteriormente, se proporcionan las directrices generales para implementar un programa que haga uso de los sistemas sensoriales del robot: infrarrojos, al tiempo que se programen necesidades, para realizar alguna tarea.

El Kit de robótica Bioid Premium está basado en software libre, el cual se utiliza para enseñar robótica comenzando desde la selección y el ensamblaje de hasta 29 formas diferentes, incluyendo la

configuración de 3 tipos de robots humanoides.

La figura 4 presenta la vista del del software RoboPlus para el Robot BIOLOID PREMIUM.

Esta interfaz presenta información del funcionamiento del robot que apoya tanto la enseñanza como el aprendizaje de la manipulación correcta del robot. Esto permite explicar cómo funcionan los actuadores dinamixel para que posteriormente los estudiantes realicen sus pruebas en el simulador de cada uno de estos. Los estudiantes pueden crear sus nuevas posturas, siempre y cuando no modifiquen el número de motores de la posición del Robot a la posición del paso y viceversa.



Figura 4 Vista del software RoboPlus.

La interfaz de trabajo se muestra en la figura 5 y en las actividades prácticas con los estudiantes de nivel superior de Ingeniería en Computación, se observó que el interés por los estudiantes fue más marcado y diversificado por las actividades que tenían que atender, ya sea de manera individual o colectiva

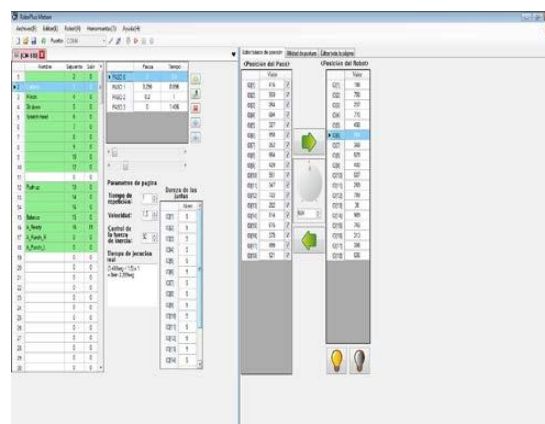


Figura 5 Interfaz del área de trabajo

### Caso práctico: Robot NAO H25

El software Choregraphe que se utiliza con el robot NAO es distribuido por la empresa Aldebaran Robotics, para lograr la comunicación con el robot humanoide NAO H25 para que se apliquen las instrucciones que se le ordena, se presenta la interfaz de trabajo en la Figura 6.

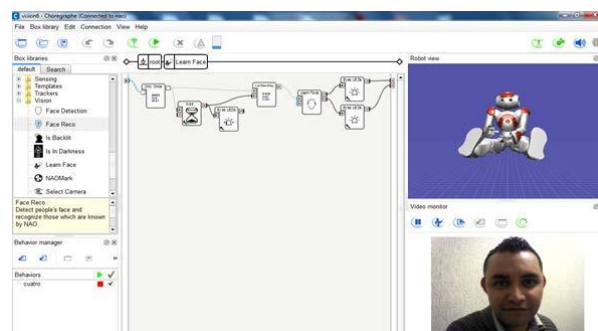


Figura 6 Interfaz del área de trabajo.

En este caso se utilizó el robot Nao H25 para realizar el proceso de reconocimiento de rostros de personas (Bianchetti, 2008), las imágenes de los rostros se guardan en la memoria del robot, de tal forma que cuando se acerca una persona al robot, este compara su rostro con el de la base de datos que está en el robot y realiza una acción que se haya programado, por ejemplo decir el nombre de la persona o realizar un movimiento.



## Resultados

Se identificaron los conceptos que son difíciles de entender y se observó que se asimilaban de mejor forma, así como los elementos de programación que están implícitos en el desarrollo de movimientos que debe realizar el robot. Las figuras 7 y 8 presentan una configuración de ejemplo la cual se utilizó en los experimentos, donde se observa una de las diferentes posturas en la interfaz gráfica y en la simulación real.



**Figura 7** Vista de una simulación real con Bioloid.



**Figura 8** Vista de una simulación real con NAO.

De las experiencias de cursos normales y cursos donde hay integración del robot Bioloid, los docentes participantes lograron identificar mejoras entre los procesos de enseñanza aprendizaje, sin embargo también existe la limitante de la cantidad de estudiantes que pueden trabajar en este esquema.

## Conclusiones

Las nuevas tendencias del diseño de aprendizaje abogan por entornos de creación autónomos, colaborativos, participativos, situados, abiertos y dialógicos.

Al utilizar los modelos que señalan la enseñanza basada en problemas el estudiante estará mejor preparado para aplicar sus conocimientos a situaciones nuevas y cambiantes.

## Agradecimiento

A la Universidad Autónoma del Estado de México por el apoyo mediante la Secretaría de Investigación y Estudios Avanzados con el proyecto 3823.

## Referencias

Bianchetti, Arturo & Comastri, Silvia A. (2008). Desarrollo de una metodología para medir el diámetro pupilar ocular a partir del procesamiento de imágenes conteniendo el ojo. Universidad de Belgrano. No. 221, pp. 3-19.

Góngora Parra, Y. y Martínez Leyet, O. L. (2012). Del diseño instruccional al diseño de aprendizaje con aplicación de las tecnologías. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 13(3), 342-360 [Fecha de consulta: 10/01/2015]. [http://campus.usal.es/~revistas\\_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9144/9377](http://campus.usal.es/~revistas_trabajo/index.php/revistatesi/article/view/9144/9377)

Manual de Referencia Robot Bioloid Premium. (2013) ROBOTIS. Corea del Sur.

Nourbakhsh, I. (2000). Robots and Education in the Classroom and in the Museum. IEEE Transaction on Robotics and Automation. Workshop for Personal Robotics for Education, IEEE ICRA.

Pinto, M., Barrera, N., y Pérez, W. (2010). Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza. Ingeniería, Investigación y Desarrollo (I2 + D).15-23.

ROBOTICS CO., LTD. (2006) Zigbee Module.

[http://support.robotis.com/en/product/auxdevice/communication/zigbee\\_manual.html](http://support.robotis.com/en/product/auxdevice/communication/zigbee_manual.html).