

ROBOTS BIOLOID Y NAO COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA PARA FORMAR COMPETENCIAS EN LOS ESTUDIANTES DE LICENCIATURA

Cristina Juárez Landín

Centro Universitario Valle de Chalco/Universidad Autónoma del Estado de México
cjlandin@gmail.com

José Luis Sánchez Ramírez

Centro Universitario Valle de Chalco/Universidad Autónoma del Estado de México
jluissar@gmail.com

Marco Alberto Mendoza Pérez

Centro Universitario Valle de Chalco/Universidad Autónoma del Estado de México
marco_alberto83@hotmail.com

Juan Manuel Sánchez Soto

Centro Universitario Valle de Chalco/Universidad Autónoma del Estado de México
sotojmss@yahoo.com.mx

Magally Martínez Reyes

Centro Universitario Valle de Chalco/Universidad Autónoma del Estado de México
mmreyes@hotmail.com

Resumen

Con base al análisis de experiencias docentes que tienen como finalidad la enseñanza-aprendizaje en áreas específicas como la robótica, en el nivel superior de la licenciatura de Ingeniería en Computación, se presenta un procedimiento que integra las estrategias para fomentar la interacción, participación y aprendizaje de los estudiantes. Estas experiencias se plasman en las unidades de aprendizaje de Fundamentos de Robótica, Robótica Avanzada, Interacción Hombre-Máquina,

Sistemas Expertos y Visión Artificial que se imparten dentro del programa de Ingeniería en Computación del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco. El proceso de enseñanza-aprendizaje en robótica implica tres aspectos básicos: interdisciplinariedad, constructivismo y colaboración, mismas que se presentan como fases modulares y que cada docente, según las características y alcances de sus cursos puede decidir en integrar total o parcialmente para fomentar el desarrollo de competencias. Para el caso de la programación de robots se requieren de plataformas robóticas que se caractericen por varios aspectos: montaje sencillo e intuitivo, programación sencilla, bajo costo, capacidad de movimiento del robot de manera autónoma, software instalable en diferentes sistemas operativos, flexible y escalable. Dentro de este grupo de plataformas, se encuentran los robots humanoides, los cuales han sido utilizados para este caso de estudio; donde se analizaron diversas estrategias docentes implementadas mediante los robots Bioloid Premium y NAO H25.

Palabras clave: *Bioloid, competencias, enseñanza-aprendizaje, NAO, robot.*

Abstract

Based on the analysis of learning experiences that aim to teaching and learning in specific areas such as robotics, at the top level of the degree in Computer Engineering, a procedure that integrates strategies to promote interaction, participation and learning occurs of the students. These experiences are reflected in the learning units Fundamentals of Robotics, Advanced Robotics, Human-Computer Interaction, Expert Systems and Artificial Vision taught within the program of Computer Engineering University Center UAEM Valley of Chalco. The process of teaching and learning in robotics involves three basic aspects: interdisciplinarity, constructivism and collaboration, which are being presented as modular phases and each teacher, depending on the characteristics and scope of their courses may decide to integrate whole or in part to foster development skills. In the case of programming robots require robotic platforms that are characterized by several aspects: simple and intuitive installation, simple programming, low cost, ability to move the robot autonomously, installable software on different operating,

flexible and scalable systems. Within this group of platforms are humanoid robots, which have been used for this case study; where various teaching strategies implemented by the NAO H25 Premium Bioloid robots were analyzed.

Keywords: *Bioloid, competencias, NAO, robot, teaching-learning*

1. Introducción

Uno de los principales objetivos de la educación en cualquiera de los niveles es formar estudiantes autónomos que sean capaces de dirigir su propia experiencia para generar aprendizaje. Hay un gran número de referencias en las cuales se encuentra que desde hace un par de décadas el aprendizaje que se busca en el alumno es de tipo constructivista, que aprenda a partir de sus propias experiencias (Padilla, 2003). Entre algunas de las competencias que las instituciones están interesadas en desarrollar y/o fomentar en los alumnos se encuentran las siguientes: que el estudiante tenga la capacidad para ir resolviendo sus propios problemas y enfrentar diferentes retos a través de sus capacidades, para lograr un tipo de aprendizaje que tenga significado en su proceso de desarrollo cognitivo (Narváez, 2005).

El desarrollo del aprendizaje se establece de acuerdo a las características de las personas que se centran, procesan, internalizan y utilizan la información para habilidades académicas (Aparicio, 2004); esto implica hacer uso de las facultades cognitivas de la persona de acuerdo al proceso de procesamiento de la información y representa la forma típica en que el sujeto percibe, piensa solucionar problemas y se relaciona con otros factores biopsicosociales particulares del individuo (Padilla, 2006).

Dentro del paradigma digital, la robótica educativa se perfila como un nuevo modelo pedagógico que integra la innovación tecnológica y las áreas de conocimiento tradicionales. Para que los robots funcionen con autonomía, es necesario indicarles qué tienen que hacer ante cada situación. Y para eso, hace falta compartir un idioma como el lenguaje de programación que permite la interacción mediante las órdenes que se les pueden dar para realizar acciones específicas.

Actualmente la educación indica las competencias como modelo vigente, en donde se establece el desarrollo de habilidades para enfrentar los problemas de forma inteligente y creativa, por tanto, el proceso de enseñanza aprendizaje debe ser significativo. Se establecen varias definiciones del concepto de competencias de acuerdo a las capacidades, habilidades y proceso cognitivos que se deben desarrollar, a continuación se indican algunas:

- Es la capacidad de un buen desempeño en contextos complejos y auténticos. Se basa en la integración y activación de conocimientos, habilidades y destrezas, actitudes y valores.
- Capacidad de aplicar conocimientos, destrezas y actitudes al desempeño de la ocupación que se trate, incluyendo la capacidad de respuesta a problemas, imprevistos, la autonomía, la flexibilidad, la colaboración con el entorno profesional y con la organización del trabajo.
- Un saber hacer complejo resultado de la integración, movilización y adecuación de capacidades y habilidades y de conocimientos, utilizados eficazmente en situaciones que tengan un carácter común.
- El conjunto de conocimientos y capacidades que permitan el ejercicio de la actividad profesional conforme a las exigencias de la producción y el empleo.

La educación por competencias ha generado una mezcla de saberes, habilidades y formas de ser y actuar, donde el estudiante ha de adquirir los elementos cognoscitivos, para la movilización de sus saberes y expresarlos a través de la solución de problemas, relacionados con su profesión y campo laboral, en los diferentes contextos ante los cuales tenga la posibilidad o la necesidad de enfrentarlos (Guitert, 2002).

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 diseño de aprendizaje que considera las características que definen los elementos primordiales para cada fase del diseño instruccional con el objetivo

de propiciar la construcción de los conocimientos del área de robótica y el aprendizaje de la misma (Guitert, 2013).

En este trabajo se considera que un robot es una máquina automática o autónoma que posee cierto grado de inteligencia, capaz de percibir su entorno y de imitar determinados comportamientos del ser humano.

Por otro lado, el propósito de la robótica educativa no es necesariamente enseñar a los estudiantes a convertirse en expertos en robótica, sino más bien, en favorecer el desarrollo de competencias que son esenciales para su desempeño en las áreas de cómputo por ejemplo, dichas competencias a desarrollar son: autonomía, iniciativa, responsabilidad, observación, creatividad, desarrollo e integración de actividades, trabajo en equipo y el interés por la investigación. Otro aspecto a considerar de la robótica educativa, es su capacidad de fomentar el interés por vocaciones científicas, induciendo a los estudiantes por el interés en una visión de la ciencia y como la tecnología es atractiva y dinámica a lo que puede considerarse como preestablecido (Pinto, 2010).

Así mismo, en este trabajo se presentan las estrategias que se tomaron a partir de experiencias de las clases presenciales del área de robótica de las unidades de aprendizaje de Fundamentos de robótica, Robótica Avanzada, Sistemas Expertos y Visión Artificial que se imparten en la carrera de Ingeniería en Computación del Centro Universitario UAEM Valle de Chalco y la forma en que se han encaminado dichas estrategias pedagógicas que permiten el desarrollo de competencias en los estudiantes de dicha carrera. Los programas de estudios de las unidades de aprendizaje del área de robótica contienen intenciones educativas relacionadas con:

- El aprender a CONOCER, lo que 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 la toma de decisiones.

De las experiencias de cursos normales y cursos donde hay integración del robot Bioloid y NAO, 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 por grupos.

2. Método

En este trabajo se plantea una metodología que se basa en el aprendizaje de las experiencias propias, ya que se considera que originan un mejor aprendizaje de tipo cognoscitivo, proceso en el cual se da una educación dinámica en la participación del binomio que se encuentra en el aula (García, 2002). Para el aprendizaje significativo de tipo cognitivo debe contar con una coherencia en la estructura de los recursos utilizados y tener un secuencia lógica entre sus elementos, por otra parte debe comprender la estructura cognitiva del educando, los esquemas que ya posee, lo que le servirá de base y sustento para el nuevo conocimiento (Herrera, 2009). Para realizar esta tarea el profesor necesita los recursos que ayuden a compensar las situaciones de los estudiantes, por tanto la igualdad requiere no solo de tiempo, sino de las estrategias adecuadas para realizar el procesamiento de aprendizaje significativo, estos recursos no solamente deben de ser condicionados al área material sino también a la capacitación constante en el desarrollo pedagógico, psicológico y humanista que permita llevar a cabo el proceso de aprendizaje (Bruno, 2006).

En este apartado se estableció un procedimiento que consta de tres etapas:

- Diagnóstico del grupo: En este trabajo se busca el desarrollo o fomento de competencias en los alumnos, para lo cual el docente en primer momento al inicio de sus clases tiene el interés de conocer características de sus

alumnos que conformaron los equipos de trabajo para laboratorio. En este entendido la primera estrategia considerada se basa en el modelo de aprendizaje basado en la Programación Neurolingüística (PLN) también llamado visual-auditivo-kinestésico (Salinas, 2013), dicha estrategia consta de aplicar un sencillo test integrado por preguntas que tienen como fin, identificar las preferencias de los alumnos para procesar información, los grupos de cada unidad de aprendizaje están conformados entre 28 a 40 alumnos; a continuación se indican las características de cada sistema:

- ✓ Sistema de representación visual: Los alumnos visuales aprenden mejor cuando leen u observan la información y cuando piensan en imágenes, se utilizan los sistemas de representación visual, mismos que permiten identificar grandes cantidades de información a una alta velocidad. Un porcentaje mayor de alumnos se caracteriza por procesar información con base a este sistema. En los grupos considerados en este trabajo se puede mencionar que es el 88% de alumnos.
- ✓ Sistema de representación auditivo: Los alumnos aprenden mejor cuando reciben las explicaciones oralmente y cuando pueden hablar o explicar de forma colaborativa con una o varias personas. El sistema auditivo no permite relacionar conceptos o elaborar conceptos abstractos con la misma facilidad que el sistema visual y la velocidad de asociación y aprendizaje es menor. El porcentaje de alumnos identificados en este sistema es del 7%.
- ✓ Sistema de representación kinestésico: Los alumnos kinestésicos aprenden cuando hacen experimentos de laboratorio o proyectos compuestos de diversos elementos. Una cantidad menor de estudiantes que se identificaron en este sistema fue de 5%.

Una vez identificadas las características de los alumnos que conforman un grupo se procede a la asignación de equipos de trabajo en el laboratorio, donde emplearán los robots propuestos, los porcentajes anteriormente indicados son variables, en este trabajo solo se presenta un caso de estudio

de un grupo de la unidad de aprendizaje de visión artificial. El docente es quien se encarga de dicha asignación de equipos, procurando que los alumnos ubicados en los sistemas de representación auditivo y kinestésico, tengan representación en todos los equipos de trabajo, normalmente conformados de 4 a 7 alumnos dependiendo del número de alumnos que integran el grupo.

- Implementación de prácticas: En el laboratorio de electrónica se cuenta con una secuencia de prácticas que se destinan a las unidades de competencia correspondientes a una unidad de aprendizaje del área de robótica, es decir, conjuntos de prácticas por tema y por materia. Así mismo, el docente en conjunto con el encargado del laboratorio y con base a los resultados del diagnóstico previo y los alcances, conocimientos y habilidades que indique el programa de estudios por competencias de la unidad de aprendizaje (materia) que impartirá el docente; seleccionan la cantidad de prácticas que cubren dichos aspectos, tanto de interés por parte de los alumnos, como de propósito y competencia de la unidad de aprendizaje. La cantidad de prácticas seleccionadas, también depende del número de horas clase destinadas al trabajo en laboratorio; cabe mencionar que las materias del área de robótica son cursos semestrales de 2 o 3 horas por semana; y por tanto el número de prácticas mínimo es de 4; ya que en algunos casos una práctica puede llevarse a cabo en dos o tres clases para cubrir el objetivo de la misma y entregar el producto indicado. El esquema de una práctica esta estructurado con una serie de actividades planificadas para que el alumno aplique los conocimientos de forma clara, suficiente, pertinente y progresiva; donde los elementos centrales son: título y descripción, objetivos, duración, requisitos, materiales, procedimientos, instrucciones de salud y seguridad (en su caso) y evaluación. Para el caso de la evaluación se consideran diversos elementos y depende de la duración de la práctica, se pueden tomar en cuenta de manera individual o por equipos, entre algunos elementos de evaluación se encuentran: reporte de la práctica, que es posible evaluar mediante una rúbrica; video que muestra el desempeño del robot con base a

lo solicitado en la práctica y/o respuestas a los cuestionamientos de la práctica; cada elemento de evaluación es posible considerarlo en una práctica de forma combinada o única, visto como el producto final.

- Seguimiento por parte del docente: Una vez que se concluye cada curso, el docente a cargo de un grupo aplica una rúbrica por equipos de trabajo, donde se obtiene el resultado de las competencias desarrolladas o fomentadas en el curso. A continuación se enlistan las competencias de las unidades de aprendizaje del área de robótica:
 - ✓ Estructurar la solución de problemas.
 - ✓ Construcción de programas que manipulen robot.
 - ✓ Apoyar en la solución de problemas reales de su entorno social.
 - ✓ Analizar y diseñar sistemas de información.
 - ✓ Dominio de la comunicación y relaciones interpersonales.
 - ✓ Desarrollar iniciativa y espíritu emprendedor.
 - ✓ Mantenerse actualizado con las nuevas tecnologías.
 - ✓ Apoyar la creación de modelos matemáticos.-
 - ✓ Desarrollar la habilidad de análisis y síntesis de la información.
 - ✓ Aplicar algoritmos ya existentes y crear otros nuevos que lleven a soluciones más óptimas en el tratamiento de la información digital.

Lo anterior, permite al docente tener retroalimentación para algunos aspectos considerados en el curso, por ejemplo, en ajustar prácticas, evaluación, rúbricas, entre otros.

3. Resultados

En este apartado se presenta la descripción de los efectos logrados por las estrategias establecidas, que permitieron fomentar el uso de diversas herramientas para la integración de actividades grupales en el desarrollo de prácticas que implicaron el uso de los robots. En un primer apartado se presenta la descripción de cada uno de los robots utilizados y un caso muestra aplicado en una unidad de aprendizaje del área de robótica.

Descripción del Robot Bioloid

Es un kit comercial Bioloid Premium Kit, de la marca Robotis, mostrado en la figura 1, que está diseñado para el aprendizaje de la robótica y está formado por diversos tipos de sensores, una batería, un controlador principal llamado CM-510. Contiene componentes para unir las diferentes piezas y servomecanismos modulares llamados Dynamixels. Este kit se programa en lenguaje C.

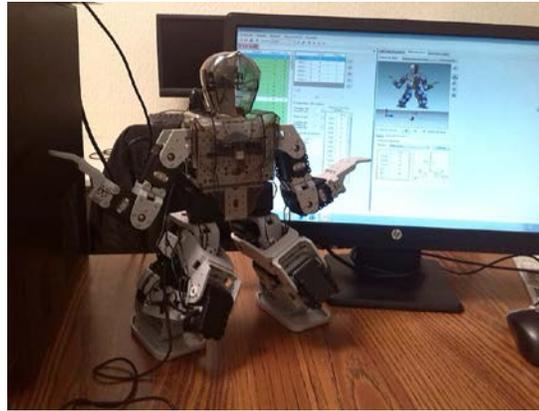


Figura 1 Robot Bioloid.

Descripción del Robot NAO H25

Es un robot humanoide programable y autónomo desarrollado por Aldebaran Robotics (2006), entre algunas de sus características se menciona que cuenta con 25 grados de libertad, tiene un CPU ATOM Z530 1.6 GHz, sensor de inercia con giroscopio de dos ejes y acelerómetro de 3 ejes, capacidad de procesamiento de visión y reconocimiento de objetos, como se muestra en la figura 2.



Figura 2 Robot NAO.

Caso muestra

Se presenta la secuencia de una práctica común en las diferentes unidades de aprendizaje del área de robótica que contiene parte de los elementos mencionados en la metodología:

- Título de la práctica: Sensores táctiles del robot NAO
- Descripción: Con apoyo del software Choregraphe se deben identificar las librerías de manipulación de los sensores táctiles de la cabeza y de las manos. En figura 3 se observa el uso de la librería "Tactile Head" con tres acciones diferentes, dependiendo el botón de la cabeza que se presione. Realizar una rutina donde se involucre el uso del sensor de la cabeza y el de las manos.

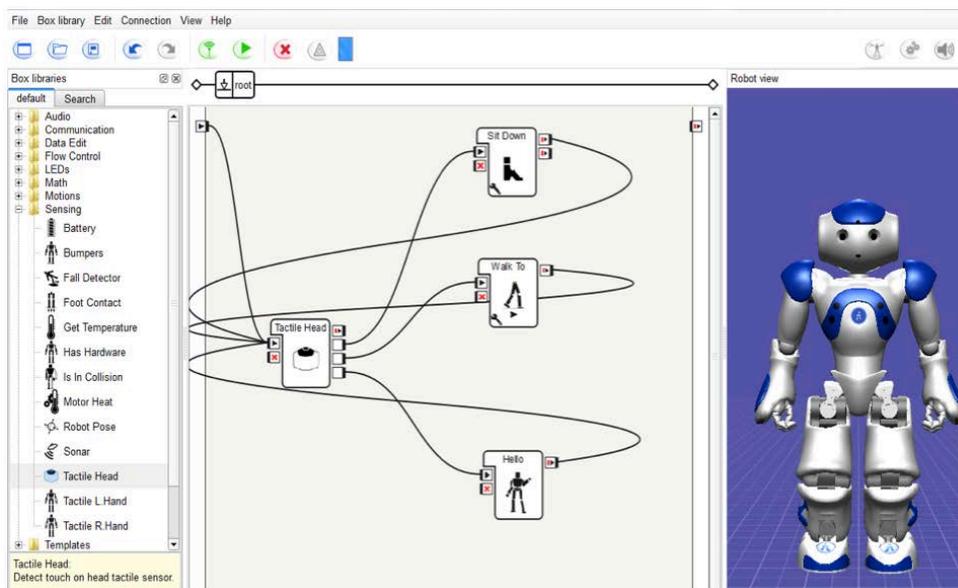


Figura 3 Pantalla de la librería "Tactile Head".

- Objetivos: Comprobar el funcionamiento de los sensores táctiles que tiene el Robot en la cabeza y en las manos. Duración: 60 minutos. Requisitos: conocimientos sobre la instalación y conexión del entorno de desarrollo Choregraphe con el robot NAO H25.
- Materiales: Robot NAO H25 y Software NAOqi y Choregraphe.
- Procedimientos:

- ✓ Iniciar el entorno de Choregraphe.
- ✓ Establecer la conexión remota con el robot, utilizando menú "Connection" como se muestra en la figura 4.



Figura 4 Establecimiento de conexión remota con el robot NAO.

- ✓ Verificar la conexión con el robot NAO mediante la posición física que se encuentre el robot como se muestra en la figura 5.

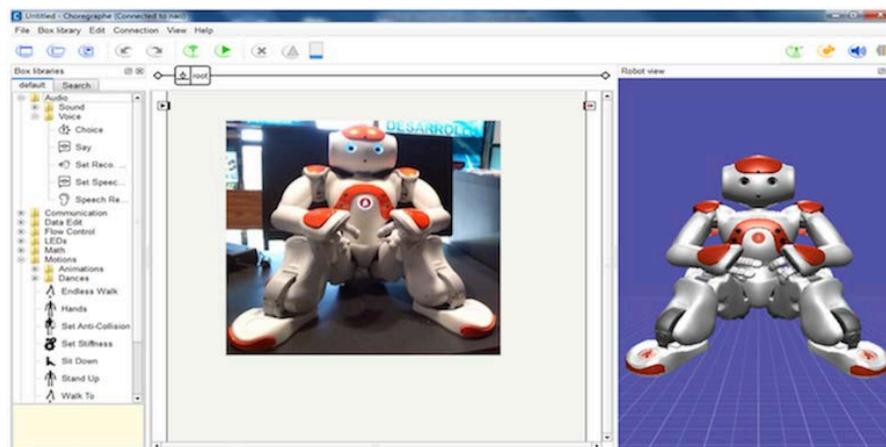


Figura 5 Verificación de la conexión con el robot NAO.

- ✓ Realizar el código correspondiente con base a la opción de "Script", como se observa en la figura 6.
- ✓ Instrucciones de salud y seguridad: Respetar el reglamento del laboratorio de electrónica y del uso de materiales.

- ✓ Evaluación: Se solicita un video que presente una reacción física del robot NAO en cuanto se toca el sensor de la cabeza o mano del robot humanoide.

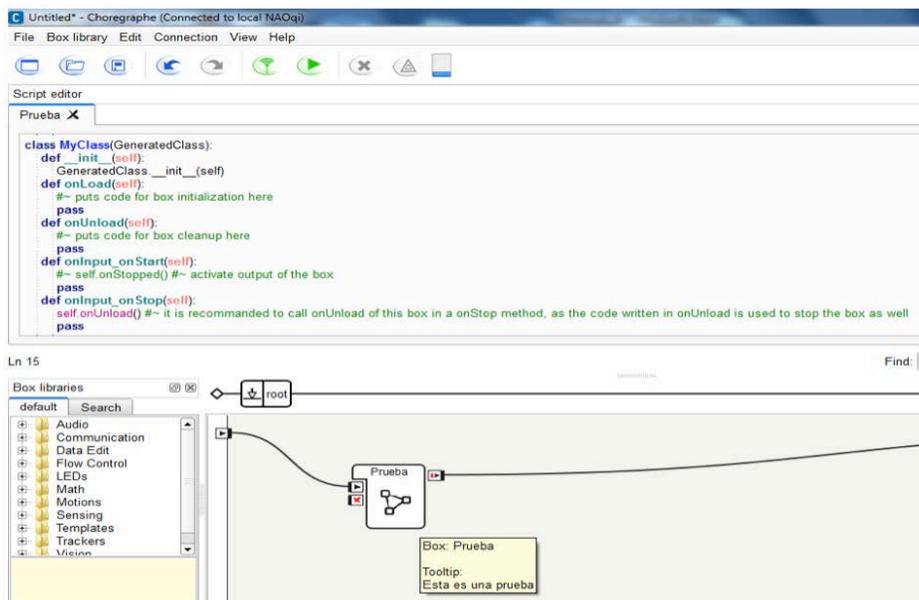


Figura 6 Fase de codificación con el "Script".

4. Discusión

El desarrollo de las estrategias educativas de acuerdo al modelo de PNL está en función de las características propias de los alumnos, en este trabajo se identificaron las mostradas en la tabla 1, donde se enmarcan algunas de las actividades que se pueden emplear de acuerdo al proceso cognitivo.

Tabla 1 Estrategias educativas de acuerdo al modelo de PNL.

| | Visual | Auditivo | Kinestésico |
|----------------------------------|--|---|--|
| Conducta | Organizado, ordenado, observador y tranquilo. | Habla solo, se distrae fácilmente. | Responde a las muestras físicas le gusta tocarlo todo, se mueve y gesticula mucho. |
| Aprendizaje | Aprende lo que ve. Necesita una visión detallada y saber a dónde va. | Aprende lo que oye, a base de repetirse a sí mismo paso a paso todo el proceso. | Aprende lo que experimenta directamente, aquello que involucre movimiento. |
| Actividades de acuerdo a las TIC | a, b, e, h, j, k | b, d, e, f, g, i, j | b, c, d, e, j, |

Las actividades con el uso de las TIC que se realizan en las prácticas de laboratorio de las unidades de aprendizaje del área de robótica, son:

- La consulta de bases de datos permite tener acceso directo a los nuevos conocimientos, a través de los artículos de investigación de revistas de alto impacto.
- Producción de videos con contenidos temáticos relacionados con los objetivos de las prácticas de laboratorio.
- Programas interactivos con pantallas digitales en solución de problemas.
- Narraciones por medio de programas de audio de locución, así como entrevistas a expertos en las diferentes áreas del conocimiento.
- Videoconferencias sincrónicas o asincrónicas con problemas de la actualidad.
- Chat comunicación directa para la solución de problemas y dudas de forma sincrónica.
- Foros de debate, la participación de grupos en cualquier parte del mundo para la solución de problemas.
- Redes sociales permiten la interacción asincrónica en contenidos temáticos en discusión y apoyo entre los miembros.
- Blogs de apoyo para colocar información como artículos, videos, audios, documentos, etcétera, para hacer llegar información a la comunidad.
- Artefactos de uso educativo, como Kinec, Wii o Xbox, programas en tercera dimensión para la solución de problemas.
- Correo electrónico para la comunicación escrita como herramienta fundamental para el desarrollo de ideas y flujo bidireccional de la información.

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, por lo tanto se define como apoyo a la robótica pedagógica que mostro ventajas relacionadas con:

- Integración de distintas áreas del conocimiento

- Operación con objetos manipulables, favoreciendo el paso de lo concreto a lo abstracto.
- Apropiación por parte de los estudiantes de distintos lenguajes (gráfico, matemático, informático, tecnológico).
- 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.

Estas actividades tecnológicas sencillas pueden demostrar las capacidades del alumno para realizar un aprendizaje basado en competencias, pero cada uno de los niveles la exigencia es mayor y el proceso de enseñanza aprendizaje no solo depende del docente sino conjuntamente del estudiante y de las herramientas educativas computacionales que estén en su entorno, logrando de esta forma un aprendizaje significativo.

Las estrategias educativas tienen que llevarse a cabo mediante la planeación de actividades que consideren el tipo de aprendizaje y los medios tecnológicos. En este sentido, se mencionó la experiencia en un caso de Robótica Educativa y su implementación al proceso educativo.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Aparicio J. A. (2004). Las Concepciones Implícitas de los Profesores sobre el aprendizaje. Universidad el Norte. 013: 144-168.
- [2] Bruno A. et al. (2006). Análisis de un Tutorial Inteligente sobre conceptos Lógico-Matemáticas en Alumnos con Síndrome de Down. Revista latinoamericana de Investigación Matemática. 9,2: 211-226.
- [3] Guitert V. J. (2002). La generación de Nuevo Conocimiento a partir de los Errores Revista de Economía. Universidad de Santiago, 11, 1: 2-19.

- [4] Guitert, M. y Pérez M. (2013). La Colaboración en la Red: Una definición de aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. *Revista de Teoría de la Educación, Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*. 14, 1: 10-31.
- [5] Herrera B. (2009). Disponibilidad, uso y apropiación de la tecnología por estudiantes universitarios en México: perspectivas para una incorporación innovadora. *Revista Iberoamericana de Educación*, 10, 3: 1-9.
- [6] Narváez R. M. (2005). Aprendizaje Auto dirigido y Desempeño Académico Universidad Autónoma de Estado de México. *Tiempo de Educar*, 6,11: 115-146.
- [7] Padilla M. R. A. (2003). La comprensión del cerebro, hacia una Nueva ciencia del Aprendizaje, *Perfiles Educativos* 27, 109: 224-227.
- [8] Padilla V. M. (2006). Implementación de una red Neural para estilos Cognitivos de Aprendizaje: Implicaciones Educativas, *Universidad Veracruzana* 11, 02: 239-254.
- [9] 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.
- [10] Robotics Co., LTD. (2006) Zigbee Module.
- [11] Salinas, J. (2013). "Enseñanza Flexible y Aprendizaje Abierto, Fundamentos clave de los PLEs". En L. Castañeda y J. Adell (Eds.), *Entornos Personales de Aprendizaje: Claves para el ecosistema educativo en red Alcoy: Marfil*.