



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

**PERFILES
EDUCATIVOS**

ISSN 0185-2698

Ruiz Velasco Sánchez, Enrique (1996)
**“CIENCIA Y TECNOLOGÍA A TRAVÉS DE LA ROBÓTICA
COGNOSCITIVA”**
en Perfiles Educativos, Vol. 18 No. 72 pp. 78-83.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA A TRAVÉS DE LA ROBÓTICA COGNOSCITIVA

Enrique RUIZ-VELASCO SÁNCHEZ *

Ubicado en el campo de la robótica pedagógica, el autor presenta un programa teórico para la construcción de un robot, como recurso didáctico para el aprendizaje de la ciencia y la tecnología. Con ello demuestra que la robótica cognoscitiva es un medio de integración que permite crear una base de conocimientos a través de la manipulación y el control de entornos robotizados al mismo tiempo que se resuelven problemas concretos.



SCIENCE AND TECHNOLOGY THROUGH COGNITIVE ROBOTICS. *Within the field of pedagogical robotics, the author presents a theoretical program for the construction of a robot as a didactic tool for learning science and technology. It shows cognitive robotics is a means of integrating that allows students create a basis of knowledge through handling and control robotized environments while solving specific problems.*

INTRODUCCIÓN

Para aprehender intelectualmente lo que significa controlar, comandar y pilotear una máquina o un tecnológico, y conceptuar sus elementos intrínsecos sin ser computólogo, programador profesional o ingeniero, es menester comprender los procedimientos del pensamiento informático. Este requerimiento se ha convertido hoy día en una necesidad insoslayable dada la evolución constante y vertiginosa de las tecnologías.

Existen numerosas investigaciones y aplicaciones en el campo educativo de la psicología cognitiva, recursos educacionales e inteligencia artificial que dan cuenta de la creación de sistemas expertos y de sistemas expertos basados en el conocimiento para el tratamiento automatizado de la información, la representación y el tratamiento del conocimiento; de interfaces en lenguaje natural, creación de modelos y meta-modelos de cognición y aprendizaje; utilización de multi-medios, telemática, teleinformática, teleenseñanza; currículo de tiempo real y, ahora, algoritmos genéticos y realidad virtual.

Se han desarrollado asimismo sistemas informatizados para la concepción, desarrollo y creación de prototipos (*hardware* y *firmware*), como sería la robótica educativa, que permiten la formación científica y tecnológica y/o la expresión de emociones y sentimientos por parte de los usuarios de estas tecnologías. Además, con el acceso directo mediante tecnologías apropiadas a los grandes bancos de información y redes internas y externas, puede lograrse la conexión entre diferentes medios para permitir estimular el desarrollo cognitivo de los estudiantes.

No obstante lo anterior, la mayoría de las tecnologías educacionales aplicadas no consideran una intervención pedagógica pertinente que otorgue una formación integral de base a los estudiantes para desarrollar lo mejor posible sus potencialidades cognitivas.

* Profesor-investigador del Centro de Investigaciones y Servicios Educativos, UNAM.

En el caso del aprendizaje de las tecnologías, es importante considerar durante la intervención pedagógica a sus dos principales características: el factor abstracción y el factor complejidad. El factor abstracción implica la posibilidad de representarse mentalmente el funcionamiento del sistema tecnológico para hacerlo funcionar bien, y el factor complejidad permitirá conocer, utilizar y dominar las funciones y componentes de los sistemas tecnológicos en estudio.

Sería deseable que, durante el manejo de estas tecnologías, la intervención pedagógica permitiera también, en un primer momento, considerar las ideas preconcebidas y erróneas de los estudiantes (falsas generalizaciones, asociaciones no significativas, utilización de estructuras de manera superficial, etc.), así como algunas de las dificultades más comunes en el aprendizaje; incompreensión de los distintos niveles de *hardware* y *software*; desconocimiento de las potencialidades reales de los sistemas tecnológicos, así como del uso y manejo de manuales de referencia y guías del usuario; problemas para transferir los conocimientos de un sistema a otro; incapacidad de representación mental del sistema en general, y por último, impotencia para desarrollar estrategias poderosas de resolución de problemas mediante la comunicación natural con una computadora, esto es, a través del uso y desarrollo de un programa de computación (*software*).

Algunas de las investigaciones realizadas en el área de las ciencias y la tecnología han identificado aquellos medios ambientes de aprendizaje que podrían ofrecer mejores oportunidades para el desarrollo de habilidades intelectuales. También se ha demostrado que el descubrimiento personal del alumno a través de un proceso continuo de construcción del conocimiento resulta más eficaz que la enseñanza magistral de cualquier objeto de estudio, como las matemáticas o informática. No obstante, existen todavía algunas preguntas que no han obtenido respuestas satisfactorias: ¿Qué medios ambientes y qué actividades privilegiar? ¿Cuáles son las actividades y herramientas con las que debe dotarse a los estudiantes para favorecer en ellos el aprendizaje de la informática en general y de la robótica en particular? ¿Cómo aplicar estas ideas en las escuelas donde cuentan únicamente con una computadora? ¿Qué lenguajes de programación deben utilizarse? ¿Qué pedagogía favorecer? ¿Puede considerarse a los jóvenes como programadores, matemáticos, tecnólogos, más que como experimentadores que trabajan a partir de lo concreto?.

Entorno pedagógico

Lo que pretendo aquí es mostrar las potencialidades y bondades que ofrece la robótica cognoscitiva como medio de integración para el aprendizaje de la ciencia y la tecnología durante el recorrido cognoscitivo. Esto es, mostrar los obstáculos que se presentan, la naturaleza y grado de generalidad de los conocimientos, etc., y analizar con detalle una actividad didáctica para determinar su riqueza potencial desde el punto de vista intelectual.

Gran número de métodos de enseñanza para el aprendizaje de la ciencia y la tecnología conducen a la memorización de algunas nociones o conceptos con una secuencia lineal. Esta manera de enseñar presupone la comprensión previa de ciertos conceptos abstractos, los cuales no necesariamente han adquirido los estudiantes.

Existe una ruptura en el desarrollo cognitivo de los jóvenes, determinada, por un lado, por la ausencia de relación entre la utilización y el significado de los conceptos aprendidos y las situaciones que viven cotidianamente los estudiantes, y por otro lado, por la forma de enseñanza que reciben. Podemos decir, en general, que la enseñanza tradicional de las ciencias y la tecnología se basa esencialmente en un conocimiento o una experiencia lógico-matemática del alumno, y muy poco en su experiencia práctica. Nosotros consideramos que es precisamente esta experiencia práctica lo que permite al estudiante organizar este medio ambiente de ciencia y tecnología de una manera más sencilla.

De esta convicción se deriva la pregunta principal del presente trabajo: ¿puede lograrse que los jóvenes estudiantes construyan sus propias representaciones y conceptos de ciencia y tecnología en general y de robótica en particular, utilizando su experiencia práctica en la manipulación, planificación y resolución de problemas concretos? Esto es, tratamos de verificar si los jóvenes son capaces de construir conceptos de

* La robótica se refiere a la concepción, diseño, construcción y control de dispositivos electromecánicos programables.

ciencia y tecnología útiles para la programación y el control de dispositivos tecnológicos mediante el diseño, el armado, la construcción y el control de robots educativos.

Para lograr que los alumnos construyan eficazmente una base de conocimientos en ciencias y tecnología, les permitiremos la manipulación y el control de entornos robotizados al tiempo que resuelven problemas concretos. Esto quiere decir que se parte de la experiencia práctica directa en medios ambientes propicios para pasar de un sistema de representaciones iniciales a otro más estructurado, indispensable para la construcción del conocimiento.

Esta manera concreta de trabajar en la manipulación de objetos constituye un recurso didáctico que permite depurar las estructuras formales sobre las cuales se basará nuestra acción educativa, esto es, las estructuras mentales se volverán objetos controlables.

Actividades, habilidades y herramientas

Por su parte, los alumnos deberán realizar ciertas actividades para comprender el problema a resolver o la consigna a la que serán convocados; probarán hipótesis, estrategias, soluciones y algoritmos; harán ejercicios de entrenamiento; discutirán y propondrán nuevas soluciones. Poco a poco conformarán un lenguaje que responderá a una nomenclatura convencional, de suerte que el saber no aparecerá ante ellos como algo mágico.

La posibilidad de integración de las diferentes áreas del conocimiento implicadas en el estudio de la robótica como disciplina, debe permitir a los alumnos la organización y construcción del saber y la adquisición de nuevos conocimientos que no sean meramente descriptivos. Se trata de integrar los conocimientos previamente adquiridos y los nuevos en una perspectiva diferente. Este enfoque análogo al de la pedagogía del objeto técnico, hace una llamada al razonamiento lógico y a la posibilidad de exploración de las potencialidades (manejo a placer de tiempo y espacio) de la computadora, lo que lo convierte en un enfoque pedagógico más rico y eficaz.

Conforme los alumnos manipulan** y controlan la situación sin ser conscientes de la dificultad que implica la construcción de ese conocimiento en particular, irán reuniendo los requisitos necesarios para manipular mentalmente aun en ausencia del objeto exterior, y podrán solucionar problemas concretos y a la vez problematizar, en un medio ambiente de juego y de ciencia. Esta atmósfera es adecuada para llevar a feliz término el proceso de solución de problemas.

Para ello, los alumnos deberán saber que un entorno robotizado consta de cuatro sistemas. Un sistema mecánico y otros tres que corresponderán al área electrónica-infomática: de percepción, control y comunicación.

El **sistema mecánico** (véase anexo I) está formado por los mecanismos, actuadores y tornillos, así como el equipo de perirrobótica complementario, el cual permite la correcta realización de las tareas requeridas.

El **sistema de percepción** (véase anexo II) está integrado por los transductores y circuitos electrónicos asociados que permiten la generación de señales eléctricas para mostrar el estado de su entorno significativo.

El **sistema de control** (véase anexo III) está constituido por uno o varios procesadores para interactuar con los otros sistemas.

** Manipular en dos sentidos: el primero desde el punto de vista piagetiano, se refiere a la posibilidad real de trabajar con objetos concretos que tiene que ver con un entorno; el segundo se refiere al trabajo con "manipuladores-mano", que tienen funciones tan complejas como la coordinación de dos o tres movimientos de dos o tres falanges o falangetas de dos o tres dedos, al mismo tiempo.

Por último, el **sistema de comunicación** hombre-máquina (véase anexo IV) permite al usuario la comunicación con el robot para darle las instrucciones que conforman tareas específicas.

Los alumnos aprenderán a armar (equipos Logo, Fischertechnik o mecanos), diseñar y construir sus propios robots educativos (con materiales de recuperación). Dividirán el diseño, armado y construcción de los micro-robots educativos en cuatro etapas o fases educativas: mecánica, eléctrica, electrónica e informática. Después de estudiar cada una de estas fases, los estudiantes habrán comprendido las características tecnológicas de la estructura de un robot prototipo.

Durante el estudio de la estructura mecánica del robot, los estudiantes aprenderán los conceptos necesarios para el montaje mecánico (**etapa mecánica**) del prototipo del robot; entre otros, el de engranajes, poleas, ejes, articulaciones, grados de libertad, de movilidad, etc. En esta fase se dota al robot de una estructura sólida, por lo que es necesario hacer buenas conexiones con articulaciones mecánicas e incorporar motores para que puedan controlarse posteriormente los movimientos del robot, ya sea en forma manual o automática (véase Anexo V).

Para animar su robot (**etapa eléctrica**), los estudiantes entraran en el estudio de los accionadores, con los cuales dotarán de movimiento a sus prototipos. Los alumnos aprenderán las diferencias que existen entre los diversos tipos de motores que podrán seleccionar y utilizar, de acuerdo con su proyecto (motores de corriente continua, de corriente alterna, de paso, hidráulicos, etcétera).

Después del montaje mecánico-eléctrico, se estudiarán ciertos dispositivos llamados sensores, los cuales permitirán al robot conocer su posición para distinguirla del espacio de trabajo en donde deberá actuar. Los sensores podrán ser analógicos, digitales, táctiles, etcétera, y se utilizarán en función de los prototipos desarrollados o armados.

Pero un robot que no se puede controlar, no será un robot; por lo tanto, los estudiantes deberán aprender que existe una interfaz de *hardware* entre el robot construido y la computadora, lo que les permitirá controlarlo (**etapa electrónica**). En esta etapa electrónica se requiere la computadora para poder definir el movimiento de los motores, así como para determinar la posición del robot en cada momento (disociar el espacio propio del robot del espacio en donde éste va a actuar). Para que el robot pueda ubicarse, tocar o transportar objetos, se le colocan sensores que emiten señales, las cuales son captadas y traducidas por la computadora para activar simultáneamente salidas que corresponden a los movimientos de sus miembros o articulaciones. La interfaz que sirve de puente entre la computadora y el robot, debe estar diseñada en función de las características de los motores y sensores.

Los alumnos comprenderán entonces que deberán desarrollar un programa interfaz de *software* (**etapa informática**), en algún lenguaje de programación, de manera que puedan tener el control del robot ya desarrollado. En este caso puede ser un lenguaje muy sencillo, con características importantes desde el punto de vista didáctico-pedagógico, me refiero al lenguaje LogoObjeto.

Las posibilidades de explotación de un proyecto de armado, diseño y construcción de prototipos didácticos son vastas. Tocaban conceptos y conocimiento sobre principios de ingeniería mecánica, (engranajes, poleas, dibujo técnico, diseño mecánico, procesos de manufactura, ensamblaje, mecanismos, transmisores, etc.); de física (fuerza, trabajo, energía, medición leyes de Newton, etc.); de electricidad (cargas eléctricas, corriente, pilas, batería, diferencia de potencia, Ley de Ohm, componentes eléctricos, etc.); de electrónica (circuitos electrónicos, sensores, temporizadores, sistemas analógicos y digitales, etc.); de informática (concepto de comando, instrucción, procedimiento, programa, variables, recursividad, concurrencia, paralelismo, secuenciación, etc.); y de inteligencia artificial (la posibilidad de hacer "inteligente" el programa que controla el dispositivo robótico desde el punto de vista lógico y computacional).

Es importante mencionar que las posibilidades de éxito en esta etapa de iniciación de los estudiantes jóvenes en el estudio de la ciencia y la tecnología en general y de la robótica en particular, dependerá en gran medida de la situación didáctica a la cual sean convocados, es decir, se necesita prever un conjunto de consignas didácticas que permitan a los estudiantes involucrarse poco a poco en un medio ambiente propicio para el descubrimiento y la exploración de fenómenos y de conceptos de ciencia y tecnología.

Conclusión

A pesar de lo expuesto, estamos convencidos de que la simple introducción de nuevos medios educacionales en la enseñanza no ayudará a elevar su calidad mientras el contenido y el método de la enseñanza no varíen.

Para lograr aprendizajes significativos en nuestros estudiantes, inmersos en un medio ambiente de experimentación y exploración, es necesario utilizar la computadora y demás dispositivos tecnológicos como facilitadores no sólo del acceso a la información, sino también a su administración, gestión, control y exploración; como medios que permiten el diálogo pedagógico con el estudiante, de la manera más natural posible, y la comunicación educativa con otras personas a distancia; que permiten la identificación y corrección inmediata de errores, la solución de problemas de diferentes niveles, la construcción de conceptos y conocimientos, y la formación del razonamiento lógico. Medios, por último que brindan la posibilidad de que el alumno se “convierta” eventualmente en ese robot que él ha construido, para poder comunicarse con él y explorar todas y cada una de sus potencialidades. Es una manera de “vivir” la información, aunque parezca de manera virtual, pero es quizá mucho más real, porque aquí el alumno proyecta todos sus sentidos en el robot y puede realmente vivir esa información.

Así, a través de esta experiencia, los estudiantes aprenden a diseñar, construir y armar pequeños robots educativos, al mismo tiempo que aprenden conceptos relacionados con las disciplinas duras; y al final, se muestran muy motivados para continuar en el estudio de las ciencias y la tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

BÉLANGER, M., J. B. La Palme

1990. “Student Problem Solving in Constructing and Programming Kit-Built, Robotic Devices”, en *Actas del Segundo Congreso Internacional de Robótica Pedagógica*. Montreal.

LA PALME, J. B.

1992. “Robótica pedagógica y sociedad”, en *Memoria del Tercer Congreso Internacional de Robótica Pedagógica*. México.

PARMENTIER, C., M. Vivet

1991. “Low Qualified Adults in Computer Integrated Enterprise: an Example of in Service Training”, en *Training: From Computer Aided Design to Computer Integrated Enterprise*. Editado por B. Z. Barta y H. Haugen. Alesund, Noruega.

RABARDEL, P., P. Verillon

1989. “Robotique pédagogique et conceptualisation du repérage tridimensionnel dans l'espace”, *Actas del Primer Congreso Francófono de Robótica Pedagógica*. Le Mans.

RUIZ-VELASCO, E.

1989. *Un robot pédagogique pour l'apprentissage de concepts informatiques*. Tesis doctoral. Universidad de Montreal.

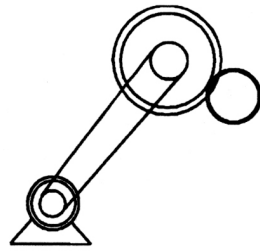
1992. “La robótica pedagógica vs. la pedagogía de la robótica industrial”, en *Memoria del Tercer Congreso Internacional de Robótica Pedagógica*. México.

1992. “Inteligencia Artificial y Educación”, en *Información Científica y Tecnológica*, CONACYT, octubre.

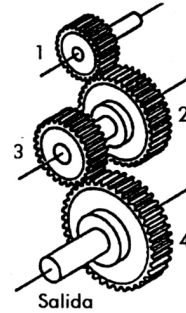
VALENCIA, José M.

1993. *NOMA: prototipo didáctico para la enseñanza de la robótica en el área electromecánica*. Tesis para obtener el título de Licenciado en Pedagogía. México, UNAM, Facultad de Filosofía y Letras.

ANEXO I
SISTEMA MECÁNICO

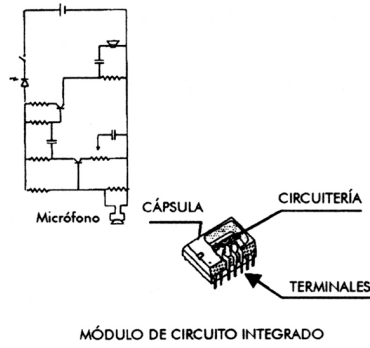


Motor de engranajes

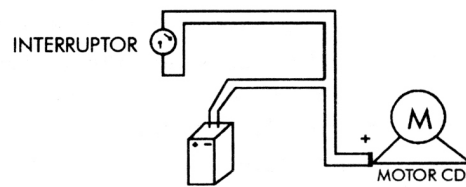
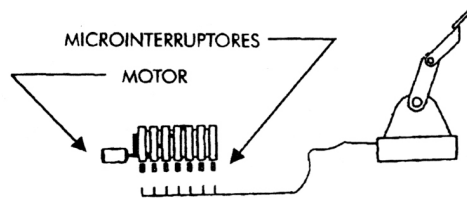


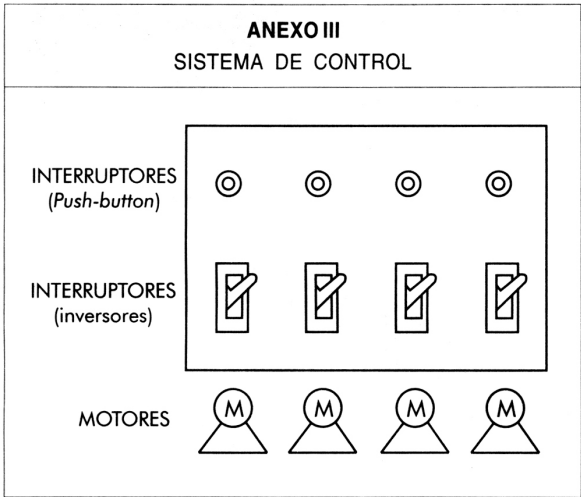
Tren de engranajes

ANEXO II
SISTEMA DE PERCEPCIÓN



MÓDULO DE CIRCUITO INTEGRADO





ANEXO IV

SISTEMA DE COMUNICACIÓN HOMBRE-MÁQUINA (control)

```

to brazo
Make: Misito (OneOf Motor "Slot" A)
Ask: Misito (Setpowerlevel 30 onfor 5)
end

to sensor
Ask: Misito [to SensorOn: sensor
Back Up For 5
wait 5
if:sensor=:Lefts Sensor [RightTurn 7]
if:sensor=:Right Sensor [LeftTurn 3]
wait 3
Fwd
End
  
```

