



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

ROBÓTICA PEDAGÓGICA: DESARROLLO DE ENTORNOS DE APRENDIZAJE CON TECNOLOGÍA

Enrique Ruiz-Velasco Sánchez CESU-UNAM
Marielle Beauchemin Colegio Vanier Quebec Canadá
Arturo Freyre Rodríguez Facultad de Ciencias -UNAM
Patricia Martínez Falcón DGSCA-UNAM
Julieta Valentina García Méndez CUAED-UNAM
Leobardo Antonio Rosas Chávez CUAED-UNAM
Yukihiro Minami Koyama Facultad de Ingeniería-UNAM
María de Lourdes Velázquez Albo CESU-UNAM

RESUMEN

!!!El camino para que aprender sea toda una aventura !!!

Esta comunicación prevé dar cuenta de los avances de un proyecto de investigación (2006-2008) favorecido por el Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT-IN404406) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Aspira a ser un referente para la iniciación al estudio de las ciencias y la tecnología en los estudiantes jóvenes en educación básica y, una guía en el desarrollo de robots didácticos con estudiantes y profesores del nivel medio superior y superior. Asimismo, procura realizar investigación en el campo de la robótica pedagógica asociado principalmente con la concepción, desarrollo e implantación de entornos de aprendizaje con tecnología; desarrollar interfases electrónicas en distintos niveles; concebir e implantar estrategias didácticas que permitan la explotación racional de robots pedagógicos en variados contextos educativos; hacer formación docente en el área de la robótica pedagógica; impartir cursos de robótica pedagógica en todos los niveles y crear grupos de interés en la materia.

PALABRAS CLAVE

Robótica pedagógica, robots educativos, proyectos colaborativos, desarrollo de entornos de aprendizaje, autogestión del aprendizaje.

LA ROBÓTICA PEDAGÓGICA

Innumerables intentos didácticos se han realizado para dar cuenta de los procesos que facilitan la apropiación cognitiva. Empero, pocos se han inspirado en los trabajos de la Epistemología y la Psicología genética. Estas, han brindado diferentes posibilidades poco explotadas por otras corrientes pedagógicas. La robótica pedagógica se fundamenta en las ideas principales que están a la base de la Epistemología y la Psicología Genética y de otras teorías conceptuales y de didácticas especiales.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Uno de los principales objetivos de la robótica pedagógica, es la generación de entornos de aprendizaje heurístico, basado fundamentalmente en la actividad de los estudiantes. Es decir, ellos podrán concebir, desarrollar y poner en práctica diferentes robots educativos que les permitirán resolver algunos problemas y les facilitarán al mismo tiempo, ciertos aprendizajes.

Tomando en cuenta lo anterior, mostraremos cómo la robótica pedagógica se ha desarrollado como una perspectiva de acercamiento a la solución de problemas derivados de distintas áreas del conocimiento como las matemáticas, las ciencias naturales y experimentales, la tecnología y las ciencias de la información y la comunicación, entre otras. Se trata de crear las condiciones de apropiación de conocimientos y permitir su transferencia en diferentes campos del saber.

La robótica pedagógica privilegia el aprendizaje inductivo y por descubrimiento guiado. La inducción y el descubrimiento guiado se aseguran en la medida en que se diseñan y se experimentan, un conjunto de situaciones didácticas constructivistas mismas que permitirán a los estudiantes construir su propio conocimiento.

La 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 se active, 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
- apropiación 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.

Dado el carácter polivalente y multidisciplinario de la robótica pedagógica, ésta puede ayudar en el desarrollo e implantación de una nueva cultura tecnológica en todos los países, permitiéndoles el entendimiento, mejoramiento y desarrollo de sus propias tecnologías.

Cuando hablamos de realizar proyectos prácticos y colaborativos para aprender a aprender y de explicitar la filosofía de construcción y de control de distintos prototipos robóticos con fines meramente didácticos, pretendemos mostrar que es factible integrar pedagógicamente las tecnologías de la información y la comunicación para que los estudiantes desde muy jóvenes se inicien en su práctica y estudio.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Haremos esta descripción basándonos un poco los resultados de las experiencias que hemos tenido con estudiantes en el Laboratorio de Cómputo y Robótica de la Casita de las Ciencias del UNIVERSUM-UNAM, a lo largo de varios años.

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.

EXPERIENCIA LÓGICO MATEMÁTICA VS. EXPERIENCIA PRÁCTICA

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 las tecnologías se base 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 que permite al estudiante organizar este medio ambiente de ciencia y tecnología de una manera más sencilla.

De esta convicción se deriva la siguiente pregunta: ¿puede lograrse que los jóvenes estudiantes construyan sus propias representaciones y conceptos de ciencia y tecnología en general y de robótica¹ en particular, utilizando su experiencia práctica en la manipulación, planificación y resolución de problemas concreto? Esto es, tratamos de verificar si los jóvenes son capaces de construir conceptos de 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.

MANIPULACIÓN Y CONTROL DE ENTORNOS ROBOTIZADOS

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.

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,

¹ La robótica se refiere a la concepción, diseño, construcción y control de dispositivos electromecánicos programables.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

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 fantástico.

AUTOGESTIÓN DEL APRENDIZAJE

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, la autogestión del aprendizaje 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 del tiempo y del espacio) de la computadora, lo que lo convierte en un enfoque pedagógico más rico y eficaz.

Conforme los alumnos manipulan² 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 aún en ausencia del objeto exterior, y podrán solucionar problemas concretos y a la vez problematizar y gestionar su propio aprendizaje, en un medio ambiente de juego y de ciencia. Esta atmósfera es adecuada para llevar a feliz término el proceso de resolución de problemas.

LOS SISTEMAS DEL ENTORNO ROBOTIZADO

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

El sistema mecánico. 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. 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. Está constituido por uno o varios procesadores para interactuar con los otros sistemas.

² Manipular en dos sentidos: el primero desde el punto de vista piagetiano, se refiere a la posibilidad real de trabajar con objetos concretos que tienen 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.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Por último, el sistema de comunicación hombre-máquina. 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 Meccanos), 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.

EL SISTEMA MECÁNICO

Durante el estudio de la estructura mecánica del robot, los estudiantes aprenderán los conceptos necesarios para el montaje mecánico (etapa mecánica) del prototipo de robot; entre otros, el de engranajes, poleas, ejes, articulaciones, grados de libertad, de movilidad, etcétera. 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.

EL SISTEMA ELÉCTRICO

Par animar su robot (etapa eléctrica), los estudiantes entrarán en el estudio de los accionadores, con los cuales dotarán de movimiento a sus prototipos. Los alumnos aprehenderán 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.

EL SISTEMA ELECTRÓNICO

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.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

EL SISTEMA INFORMÁTICO

Los alumnos comprenderán entonces que deberán desarrollar un programa, interfaz de software (etapa informática), en algún lenguaje de programación (a partir de su lenguaje natural), 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 en este caso al lenguaje Logo (cualquiera de sus variantes).

Las posibilidades de explotación de un proyecto de armado, diseño y construcción de prototipos didácticos son vastas. Tocan conceptos y conocimientos 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, voltaje, pilas, batería, diferencia de potencial, ley de Ohm, componentes eléctricos, etc.); de electrónica (circuitos electrónicos, sensores, temporizadores, sistemas analógicos y digitales, memorias, etc.); de informática (concepto de comando, instrucción, variable, procedimiento, programa, recursividad, concurrencia, paralelismo, secuenciación, pasada de parámetros, combinación de estructuras de control, condición, 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.

A pesar de lo anterior, 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 enseñanza no varíen.

APRENDIZAJES SIGNIFICATIVOS

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



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

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.

PROYECTOS COLABORATIVOS

La colaboración en proyectos es una etapa determinante que permitirá integrar muchas de las habilidades nuevas que se generarán cuando se utilicen las tecnologías de la información y la comunicación para la construcción de robots pedagógicos. Trabajar en proyectos colaborativos, supone que los participantes conocen la finalidad y objetivos de la conformación de grupos de colaboración. Cada integrante participará, colaborará y privilegiará el intercambio y la colaboración con información expedita y confiable, generando todo el tiempo intercomunicaciones personales y grupales.

Para ello, siempre trabajarán en equipos de 4 personas y cambiarán de equipo dependiendo de los distintos prototipos robóticos que tengan que desarrollar. Para llevar a cabo esto, es importante que los equipos sean convocados para la solución de situaciones didácticas constructoras. Cada situación constará de su tarea o consigna, de sus recursos didácticos y de un cierto tiempo para alcanzar los objetivos de éstas. Enseguida, se muestra una situación didáctica constructora y se muestra el desarrollo de distintos prototipos didácticos.

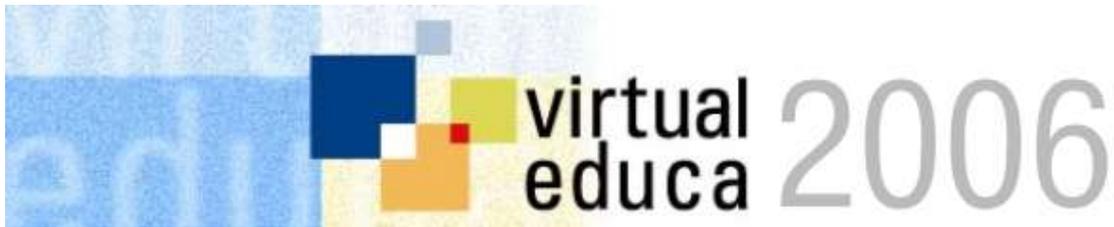
DESARROLLO DE ENTORNOS DE APRENDIZAJE

El desarrollo de entornos de aprendizaje supone “convertir” el salón de clases en un laboratorio de exploración y experimentación en donde los estudiantes serán convocados a resolver sucesos problemáticos mediante su participación en situaciones didácticas constructoras. Cada una de las situaciones didácticas constructoras pretende la construcción-desarrollo-exploración-experimentación de conceptos de ciencia y tecnología.

Situación didáctica constructora: “el carrusel”

Esta situación representa un intento por introducir al niño en la necesidad de integrar distintas áreas del conocimiento (mecánica, electricidad, electrónica e informática), trabajar, cooperar y colaborar en equipo, trabajar con un procesador de textos y un programa de dibujo, lanzar hipótesis, verbalizar, explorar, experimentar e investigar para construir un pequeño robot pedagógico.

Tarea o consigna:



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

- 1.- Trabajando en **equipos de 4 personas** (diferentes compañeros), conciben y diseñen un robot didáctico –Carrusel- . Hagan el proyecto en computadora, en algún procesador de texto. Discutan la viabilidad del proyecto con sus compañeros de equipo.
- 2.- Elaboren la parte mecánica de su prototipo.
- 3.- Anímenlo desde el punto de vista eléctrico.
- 4.- Conéctenlo a la computadora y desarrollen varios programas informáticos pequeños para controlar su dispositivo didáctico de diversas maneras, es decir, pueden hacer que gire más rápido, menos rápido, que de más vueltas a la derecha que a la izquierda, que gire rápido hacia la derecha y lentamente hacia la izquierda, etc.,etc.
- 5.- Hagan un reporte de su prototipo en algún procesador de textos o utilizando un programa de dibujo. Mencione su utilidad y las posibilidades de mejorarlo.
- 6.- Preséntelo ante el grupo, explicitando sus aciertos, dificultades y aprendizajes del desarrollo del robot.

Recursos:

Microcomputadora, material de recuperación, interfaz electrónica, compilador de Basic y de LogoCricket.

Material: 2 platos de cartón, 12 popotes, pegamento, 1 pila de 1.5 voltios, 1 motor eléctrico de 3 ó 5 voltios, plumones de colores, hilo, interfaz electrónica y computadora.

Tiempo:

24 horas divididas en distintas sesiones de igual o distinta duración (de acuerdo con las necesidades del grupo).

En este apartado se aprenderá a construir robots siguiendo las cuatro fases descritas anteriormente, es decir, la mecánica, la eléctrica, la electrónica y la informática.

Como podremos darnos cuenta, el material con el que se construyen nuestros prototipos es de **recuperación y/o de reciclaje**. Es importante mencionar que si se tienen ideas diferentes sobre la construcción de estos prototipos con otros tipos de materiales, que éstas se prueben y se lleven a cabo.

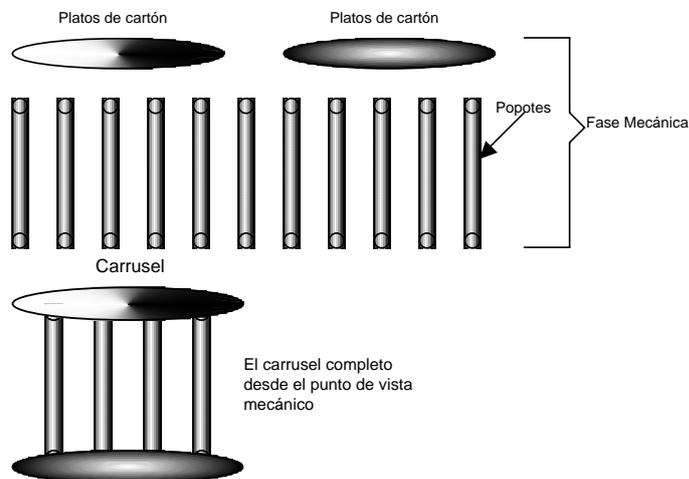
Asumiremos que contaremos con alguna interfaz electrónica para hacer la conexión con los diferentes prototipos. Para ello necesitamos además, contar con una microcomputadora, ya sea 8088, 286,386, 486, etcétera.

Es importante ver las ilustraciones que acompañan a los diversos prototipos, para una mejor comprensión de su diseño, funcionamiento, construcción y control.

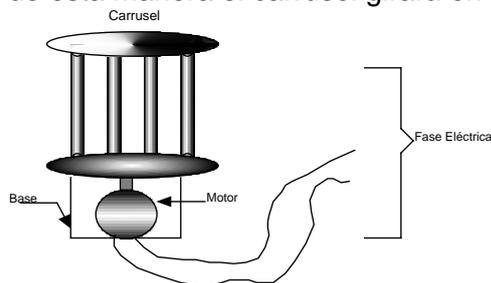
EL CARRUSEL

Material: 2 platos de cartón, 12 popotes, pegamento, 1 pila de 1.5 voltios, 1 motor eléctrico de 3 ó 5 voltios, plumones de colores, hilo, interfaz electrónica y computadora.

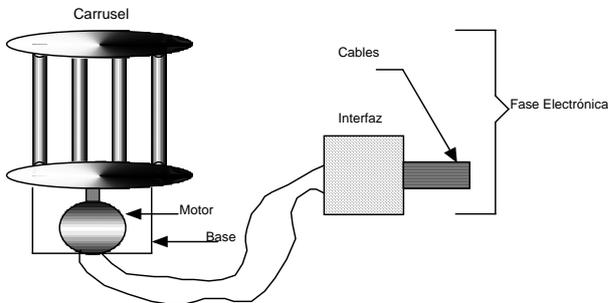
Fase mecánica: Tomando los dos platos de cartón y los popotes, se crea una estructura en forma de carrusel, se hacen orificios en ambos platos de cartón para introducir los popotes y se refuerzan añadiéndoles un poco de pegamento blanco. Ver detalles en las ilustraciones.



Fase eléctrica: Esta fase nos permitirá dotar de movimiento al carrusel. Para ello, se perfora en el centro del plato de cartón de la parte de abajo y se fija el motor eléctrico. Para fijar el motor se le puede hacer una pequeña base y al mismo tiempo esto ocultará el motor. A los dos cables que tiene el pequeño motor, se le asocia una pila y de esta manera el carrusel girará en cualquiera de dos sentidos, derecha o izquierda.



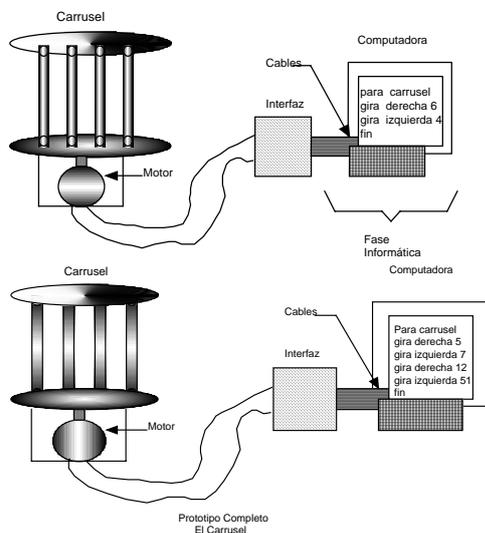
Fase electrónica: Esta fase nos permitirá establecer contacto con la computadora así como si hay necesidad, enviar información propioceptiva y exteroceptiva sobre el robot. Hacemos la conexión de todos y cada uno de los motores en las ranuras específicas.



Fase Informática. Es a través de esta fase que se efectuará el control del robot. Para ello, es necesario crear un pequeño programa que controle los movimientos y desplazamientos, así como los tiempos de duración por parte del robot. Un ejemplo muy sencillo de este programa desarrollado en lenguaje Logo Objeto, puede ser el siguiente:

```

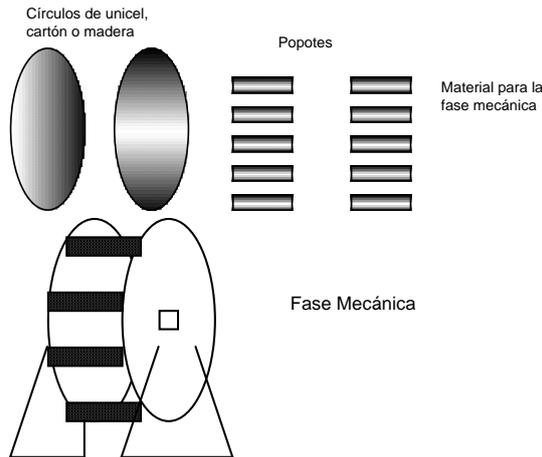
Para carrusel
gira derecha 5
gira izquierda 20
gira derecha 12
gira izquierda 24
fin
    
```



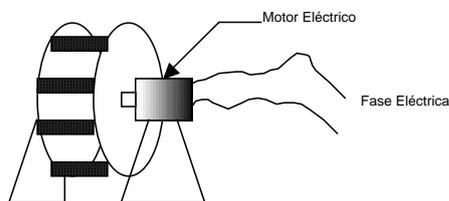
LA RUEDA DE LA FORTUNA

Fase mecánica: Este es uno de los dispositivos que despierta más interés por parte de los estudiantes para construirlo. Es importante que al finalizar su construcción, quede lo más robusto y firme posible. Es indistinto el tipo de material que se elija para su armado. Es un prototipo interesante para estudiar de manera exhaustiva la filosofía de los lenguajes de programación. Ello, porque gracias a su funcionamiento, se puede simular distintos procesos que engloban también los procesos de la programación informática. El siguiente material será suficiente para su desarrollo: Círculos de unicel, cartón o madera, popotes, pegamento, clavos chicos o

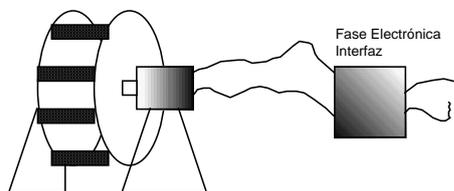
grapapas, pinturas de aceite o agua, un motor de corriente directa de 3 voltios, una pila de 1.5 voltios.



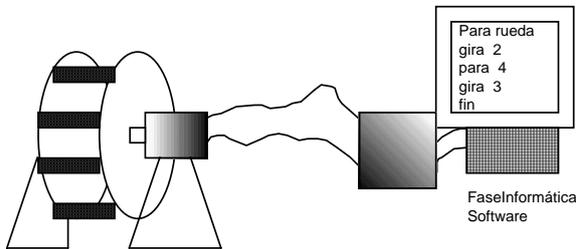
Fase eléctrica. Esta fase de desarrollo del prototipo de la rueda de la fortuna es muy sencilla. Únicamente se deberá fijar bien el motor para hacer girar la rueda. Existen muchas posibilidades. El motor puede tener una pequeña base para fijar su posición y evitar que se mueva.



Fase electrónica. Al igual que en los dispositivos anteriores, lo único que se requiere es conectar los cables del motor a las entradas específicas de la interfaz que se esté utilizando.

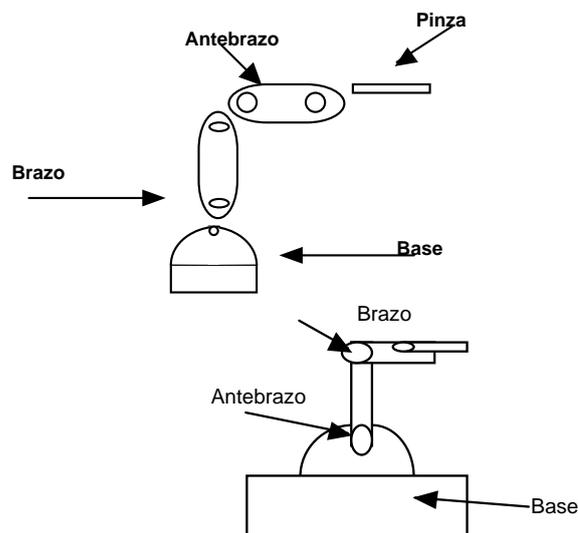


Fase informática. Esta fase de control es realmente trivial, puesto que únicamente se está controlando un motor. Este motor tiene únicamente dos funciones: girar hacia la derecha o girar hacia la izquierda. Lo interesante de este dispositivo en particular, es el cálculo de los impulsos para que se detenga en los lugares precisos, dependiendo de la subida o bajada de los usuarios de la rueda de la fortuna.

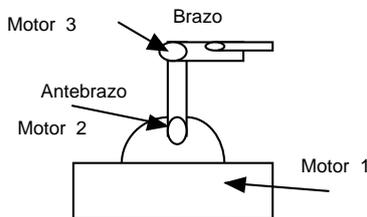


EL BRAZO MECANICO

Fase mecánica. En esta fase se construirá la estructura mecánica del brazo mecánico articulado. Para comenzar, podemos hacer una caja que sirva de base al brazo mecánico articulado. Esta caja puede ser de lámina, de madera o de acrílico. EL brazo y el antebrazo, pueden construirse a partir de materiales lo suficientemente rígidos para que le permita tener movimientos precisos. Estos pueden ser aluminio, fierro, madera, acrílico, etc. Se pueden utilizar tornillos para fijar las articulaciones. El antebrazo puede tener entre 10 ó 12 cm y el brazo entre 15 ó 17 cm. Un consejo importante es el fijar el antebrazo al eje del motor 2 y el motor 3 al final del antebrazo. Fije el brazo en el eje del motor 3. Nótese que cada articulación está asociada con un motor, esto es, existen en total cuatro motores; el motor de la base que permite el movimiento de 360 grados del brazo mecánico, el motor del antebrazo que permite subir y bajar éste, el motor del brazo que a su vez, permite también el movimiento hacia arriba y hacia abajo, y finalmente, el cuarto motor, que se encarga de abrir y cerrar la pinza u órgano efector o terminal. Véanse detalles en las ilustraciones.

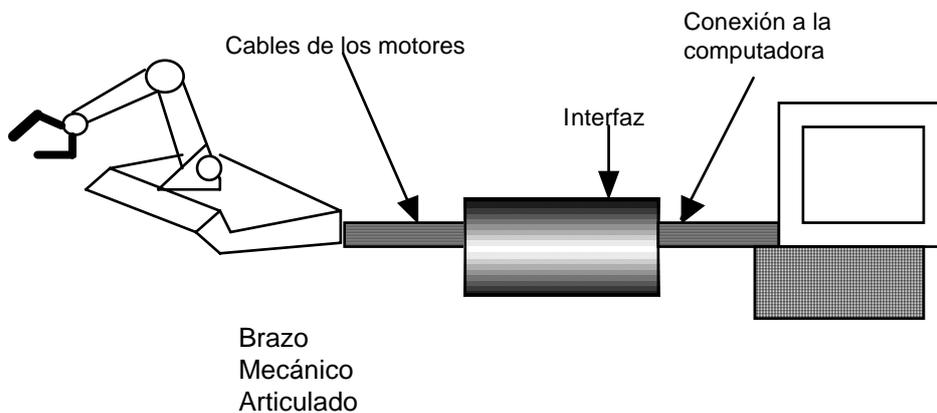


Fase eléctrica. Cada una de las articulaciones del brazo mecánico, deberá tener un motor para dotarlas de movimiento. Se deberán fijar los motores de tal manera que permitan el libre movimiento de las articulaciones. También es importante soldar cables suficientemente largos a los motores, para que se puedan conectar fácilmente a la interfaz electrónica.



Fase electrónica. Cada uno de los motores correspondientes a cada articulación, son conectados a las entradas específicas de la interfaz electrónica que se esté utilizando. Además si el brazo mecánico cuenta con algún captador, éste también deberá ser conectado en los lugares destinados para ello, en la interfaz electrónica. Nótese que los cables son lo suficientemente largos para permitir el libre movimiento y desplazamiento del brazo mecánico.

Para construir este brazo mecánico con tres grados de libertad, será necesario entonces que desarrollemos tres módulos de potencia, conectados a las señales D0/D1, D2/D3, D4/D5 de la interfaz paralela. Las señales D6/D7 no son utilizadas. La alimentación de los motores de los módulos que conforman el brazo mecánico, será de 6 voltios. En el caso de que queramos que el módulo de potencia funcione con tensiones mayores, entonces se deberá ajustar el valor de los resistores de base para controlar eficientemente la corriente desplegada sobre los motores.



Fase Informática. En esta etapa, se puede escribir un programa que controle el movimiento y desplazamiento del brazo mecánico, o bien, el brazo mecánico puede aprender por medio de los movimientos que se le hagan efectuar de manera mecánica. Es decir, un operador le mostrará los diferentes movimientos y desplazamientos que tendrá que realizar el brazo mecánico. Cuando es mediante la programación escrita, existen muchos lenguajes de programación a través de los cuales se le puede ordenar al brazo mecánico realizar sus diversas tareas. Un ejemplo muy sencillo, desarrollado en un lenguaje de programación también muy sencillo, el Logo Objeto en este caso, es el siguiente:

TO BASEGIRAD



<http://www.virtualeduca.org>

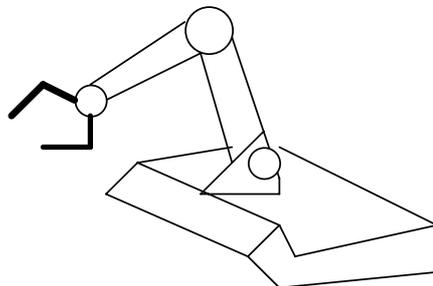
Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

```
MAKE "MISO (ONEOF MOTOR "SLOT "A)
ASK :MISO [SETPOWERLEVEL 30 ONFOR 5]
END
TO PINZAA
MAKE "ENR (ONEOF MOTOR "SLOT "3)
ASK :ENR [SETPOWERLEVEL 25 ONFOR 1]
END
```

```
TO BRAZO
BASEGIRAD
WAIT 5
PINZAA
WAIT 5
END
```

Para controlar el brazo mecánico mediante el lenguaje de programación Basic, es necesario recordar que la dirección normal del puerto de la impresora tanto en las computadoras PC XT y AT es 888 (378H). Dependiendo de las necesidades de movimiento y trabajo del brazo manipulador, se pueden desarrollar distintas versiones de programas. Esto quiere decir que no están agotadas las posibilidades de desarrollo de programas informáticos que permitan el control del brazo manipulador.

Cálculo del paso del motor. Dado que el accionar de los motores de corriente continua es discontinuo, necesitamos crear un programa informático que permita el accionamiento de los motores por pasos. Esto es, accionar el motor y, tener un cierto tiempo de espera, en donde el motor queda inactivo y así sucesivamente. Los tiempos entre cada accionar de los motores, debe ser controlado por el usuario. En este caso el tamaño del paso dependerá de la reducción del motor. Esto es, el tiempo de accionamiento del motor es mayor para motores con mucha reducción y de manera contraria, si el motor tiene poca reducción, entonces el paso o tiempo de accionamiento del motor será menor.



Brazo Mecánico Articulado

ROBOTS PARA ARMAR

También se pueden construir robots pedagógicos a partir de kits o conjuntos que ya tienen diseñadas sus piezas específicas. Lo único que se tiene que hacer es armarlos,



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

de acuerdo a las funciones que los robots vayan a desempeñar. Existe una gran variedad de equipos para el armado de robots didácticos. También se puede hacer toda una gran gama de combinaciones entre los conjuntos para armar, inclusive, se pueden combinar con materiales de reciclaje o de recuperación. Las ilustraciones que se muestran a continuación, permiten observar algunos de los equipos ya existentes en el mercado para el armado de robots educativos.

CONCLUSIÓN

Como se puede observar, existen una gran variedad de proyectos que pueden realizarse a partir de materiales tanto de reciclaje y recuperación, como de conjuntos para armar de plástico y de aluminio ya disponibles en el mercado.

Estos proyectos pueden ser prototipos que permitan el estudio de diferentes áreas o disciplinas, tanto de las ciencias exactas como de las ciencias experimentales y las ciencias sociales o combinaciones de éstas.

Lo anterior depende exclusivamente de nuestra capacidad de imaginación y de nuestras necesidades de enseñanza-aprendizaje. Por ejemplo podemos pensar en proyectos relacionados con áreas tales como: biotecnología, química, física, biología, informática, robótica, matemáticas, geometría, ciencias de la tierra, ciencias y técnicas industriales, ciencias y técnicas de la medición, instrumentación, adquisición de datos, geofísica, neurociencias, electricidad, electrónica, lenguaje, geología, etcétera.

No debemos olvidar que lo más importante es centrar el aprendizaje de los alumnos en la experimentación y en la exploración; en la interpretación de resultados y en la trayectoria del proceso científico.

Para ello se hace necesario, permitir la adquisición de datos en tiempo real, o a través de archivos; la emisión de hipótesis por parte de los propios alumnos y su consecuente verificación o pertinencia. El análisis de datos y de gráficas; la adquisición de las nociones y conceptos necesarios para el desarrollo de la experiencia; la simulación y el número de pruebas necesarias para la verificación de los objetivos planteados.

Todos los prototipos descritos anteriormente, se pueden complejizar, aumentándoles el número de motores, el número de grados de libertad, el número de grados de movilidad, el número de articulaciones, o aumentando únicamente el número de prototipos a controlar mediante una interfaz o también, se pueden aumentar el número de interfases y por qué no, también el número de computadoras.

Lo interesante es aprender bien la filosofía intrínseca a la robótica pedagógica, y explotar de una manera más racional e inteligente, todas las bondades que ofrece desde el punto de vista didáctico, cognoscitivo y tecnológico.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

Otros proyectos que se pueden desarrollar son: graficadores, robots antropomórficos, fábricas de producción flexible, robots que trabajen en forma paralela, robots controladores de hortalizas, casas de fantasmas, cucarachas, grúas, tractores, robots repartidores de cartas de juegos, robots jugadores de ajedrez, robots empacadores, laboratorio robotizado para impresión de invitaciones, laboratorio robotizado de física mecánica, laboratorio robotizado de neumática, laboratorio robotizado de cinemática, laboratorio robotizado de biología, laboratorio robotizado de neumática, etcétera.

BIBLIOGRAFÍA

- Axelsson, J. (1994). "How to use a PC's Parallel Port for Monitoring and Control Purposes (Part 1, 2 and 3)". Microcomputer Journal, U.S.A.
- Bélanger, M., La Palme, J-B. (1990). "Student Problem Solving in Constructing and Programming Kit-Built, Robotic Devices". Actas del Segundo Congreso Internacional de Robótica Pedagógica. Universidad de Montreal, Canadá.
- Bruner, J.S. (1960). The process of education. Londres Harvard, University press.
- Cabrera, O. (1997). Aldegunda: una marioneta robotizada con vocación docente. Tesis de Maestría. IIMAS-UNAM. México.
- Cohen, J. (1966). Human Robots in Myth and Science. George Allen & Unwin Ltd., London.
- Chiappeta, E.L. (1976). "A review of piagetian studies relevant to science education at the secondary and college level" Science Education, Vol. 60 (2). 253-261
- Denis, M. (1971). "Représentation imagée de résolution de problèmes". Revue française de pédagogie, 60, 19-29.
- Dwyer, T. (1974). "Heuristic strategies for using computers to enrich education". International journal of Man-Machine Studies. No. 14, pp. 237-249.
- González, L. (1969). Robótica Control, Detección, Visión e Inteligencia. Mc Graw Hill. México.
- Gutiérrez, R. (1984). "Piaget y el Curriculum de Ciencias". Apuntes IEPS, No. 34; Narcea Ed. Madrid.
- Johnson-Laird, P. N., Wason, P.C. (1977). "Thinking-readings" in Cognitive Science. Cambridge University Press.
- La Palme, J-B. (1991). "Robótica Pedagógica y Sociedad". Memoria del Tercer Congreso Internacional de Robótica Pedagógica. CISE-UNAM. México.
- Lindsay, P.H., Norman, D.A. (1980) Traitement de l'information et comportement humain. Montréal: Études vivantes.
- L'Hote, F., Kauffmann, J. André, P. Taillard, J. (1983). Robots components and systems. Prentice Hall Inc. U.S.A.
- Nonnon, P., Laurencelle, L. (1984). "L' appareteur-robot et la pédagogie des disciplines expérimentales: Spectre. No. 22 pp. 16-20
- Papert, S. (1978). "The mathematical Unconscious: en On Aesthetics in Science. J. Wewchsler (Ed). Massachusetts Institute of Technology Press.
- Papert, S. (1980). Mindstorms, children, computers and powerful ideas. Brighton Harvester Press.
- Pawson, R. (1986). El libro del Robot. Gustavo Gili. Barcelona.
- Piaget (1964). Six études de psychologie. Genova: Gonthier.
- Piaget, J. (1970). La formation du concept chez l' enfant. Neuchatel: Delchaux y Nestlé.
- Putman, B. (1988). Microcomputer hardware, Operation and Troubleshooting with IBM PC applications. Prentice Hall, U.S.A.
- Rabardel, P., Verillon, P. (1989). "Robotique pédagogique et conceptualisation du repérage tridimensionnel dans l'espace". Actas del Primer Congreso Francófono de Robótica Pedagógica. Le Mans, 30-8-1/9.



<http://www.virtualeduca.org>

Palacio Euskalduna, Bilbao 20-23 de junio, 2006

- Rabardel, P. (1990). "Activité avec instrument et formation des connaissances". Actas del Segundo Congreso Internacional de Robótica Pedagógica, Universidad de Montreal, Canadá.
- Rodríguez, J. (1998). Concurrencia y Paralelismo en Robótica. Tesis de Maestría. IIMAS-UNAM. México.
- Rodríguez., S. Ruiz-Velasco, E. (1996). "Integración pedagógica de las tecnologías de punta en el Laboratorio de Cómputo y robótica de la Casita de las Ciencias del UNIVERSUM-UNAM. Memorias del XII Simposio Internacional Las Computadoras en la Educación. SOMECE-SEP.
- Ruiz-Velasco, E., Gaspar, S., Pérez de Celis, J. (1995). "El Museo: un espacio natural de talleres-laboratorios de ciencia y tecnología (UNIVERSUM)". Memorias V Congreso Nacional de Divulgación de la Ciencia. SOMEDICYT, Morelia. México.
- Ruiz-Velasco, E. (1990). "Un robot pédagogique pour l'apprentissage de concepts informatiques". Actas del Primer Congreso Francófono de Robótica Pedagógica. Universidad de Maine. Le Mans, 30-8-1/9.
- _____ (1991). "La robotique pédagogique dans l'enseignement de la géométrie physique et projective". Actas del Segundo Congreso Internacional de Robótica Pedagógica. Universidad de Montreal. Montreal.
- _____ (1992). "La robótica pedagógica vs. la pedagogía de la robótica industrial". Memorias de la tercera Conferencia Internacional de Robótica Pedagógica. CISE-UNAM. México.
- _____ (1995). "Hacia una didáctica inteligente de la Informática". Memorias del V Simposio Internacional en Educación Matemática. Grupo Editorial Iberoamérica, S.A. de C.V. México.
- _____ (1995). "La Programación Informática: tecnología privilegiada para el desarrollo cognoscitivo". Memorias del XI Simposio Internacional de Computación en la Educación. Puebla, México.
- _____ (1996). "Ciencia y Tecnología a través de la robótica cognoscitiva". Perfiles Educativos. CISE-UNAM. Núm. 72. México.
- _____ (1996). "Inteligencia Artificial: una utopía realizada". Perfiles Educativos. CISE-UNAM. No. 74. México.
- _____ (1997). "El docente virtual". Temas Educativos No. 5. CUAED-UNAM. México.
- _____ (1998). Robótica Pedagógica. SOMECE.
- _____ (2002). Informática Integral. Grupo Editorial Iberoamérica. México
- _____ (2002). Robótica Pedagógica. Iniciación, construcción y proyectos. Grupo Editorial Iberoamérica. México.
- _____ (2003). Exploración y comunicación a través de la informática. Grupo Editorial Iberoamérica. México.
- Serrano, G.T. (1987). "Los marcos alternativos de los alumnos: un nuevo enfoque de la investigación sobre el aprendizaje de las ciencias. México. En prensa.
- Solomon, C. (1986). Computers environments for children. M.I.T. Press.
- Starget III., Murray, S., Richard, L. (1986). The IBM Personal Computer from Inside Out. Addison Wesley, Tucson, Arizona.
- Tellier, J. (1979). "Développement intellectuel et apprentissage au niveau collégial". Reporte de investigación inédito. CEGEP. de St-Jérôme. Québec.
- ALS/AS Logic Data Book. (1986). Texas Instruments. U.S.A.
- Valencia, José Manuel (1993). NOMA: un brazo robótico para el aprendizaje de conceptos electromecánicos. Tesis de Licenciatura. UNAM. FFyL.
- Vivet, M. (1989). "Robotique pédagogique. Soit, mais pour apprendre quoi?" Actas del Primer Congreso Francófono de Robótica Pedagógica. Le Mans, 30-8-1/9.
- Vivet, M (1992). "Modos de modelización en robótica pedagógica". Actas del Tercer Congreso Internacional de Robótica Pedagógica. CISE-UNAM. México.
- Williams, L. (1986). Deux Cerveaux pour apprendre. Paris: Les éditions d'organisation.