

Robótica y educación secundaria

**M.^a José Haro Delicado
Antonia Redondo Buitrago**

**IDEAS
Y
RECURSOS**

En este artículo presentamos una experiencia llevada a cabo con alumnos de Primaria y Secundaria en la construcción y programación de robots, organizada por la Universidad de Alicante en colaboración con universidades de todo el mundo formando parte de un proyecto inicial del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). Se comentan las actividades desarrolladas por los alumnos en seis proyectos que se describen analizándose las posibilidades didácticas que se derivan de ellos.

CUANDO HABLAMOS de la utilización de las nuevas tecnologías en la educación matemática, como recurso didáctico se suele pensar, casi exclusivamente, en el uso del ordenador y de la calculadora gráfica como herramientas que facilitan ciertas tareas en determinados procesos de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, hay otras ramas de la tecnología, por ejemplo la robótica, que permiten al alumno desempeñar un papel especialmente activo desarrollando su imaginación y creatividad a partir de la construcción y programación de un robot.

En este artículo presentamos una de las primeras experiencias llevadas a cabo con alumnos de Primaria y Secundaria en la utilización de robots. Se comentan las actividades desarrolladas por los alumnos en seis proyectos que se describen y se analizan las posibilidades didácticas que se derivan de ellos.

La experiencia fue organizada por la Universidad de Alicante y consistió en repartir sets de piezas de Lego, denominados Robolab, entre los centros colaboradores, con el fin de realizar en el aula proyectos con robots que permitieran desarrollar diferentes tipos de tareas. Para lograrlo los estudiantes debían diseñar el robot y programarlo. Por parte del profesorado se pretendía observar y analizar la respuesta de los alumnos y su implicación en este tipo de trabajo colaborativo.

El proyecto inicial surgió del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), que buscaba la colaboración de universidades de todo el mundo, y pudo contar con la de la Universidad de Alicante.

El paquete contenía gran cantidad de piezas de todo tipo y tamaño, entre las que había materiales de construcción, como ruedas, correas, deslizadores, engranajes, ejes y poleas, y materiales decorativos como antenas, ojos, alas... Además, se contaba con diferentes sensores de luz,

de temperatura, de rotación y de contacto, así como bombillas y motores.

La pieza más importante es la llamada «ladrillo inteligente» o RCX (figura 1), que recoge y ejecuta las órdenes que se le transmiten mediante un transmisor de rayos infrarrojos desde el ordenador. El ladrillo puede admitir hasta cinco programas en su memoria, pero sólo los puede ejecutar de uno en uno.

Para programar el ladrillo se utiliza un lenguaje de programación muy básico e intuitivo basado en iconos (figura 2).

El software tiene tres partes:

- La fase «Administrator», desde la que se prepara el ladrillo para recibir los programas y se selecciona el puerto de comunicación con el ordenador a través del transmisor de rayos infrarrojos. Desde esta

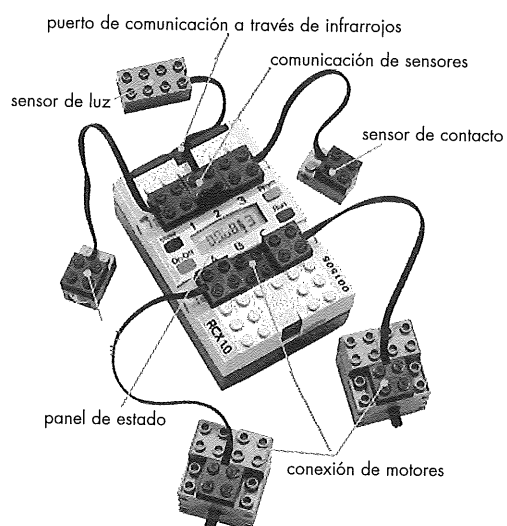


Figura 1

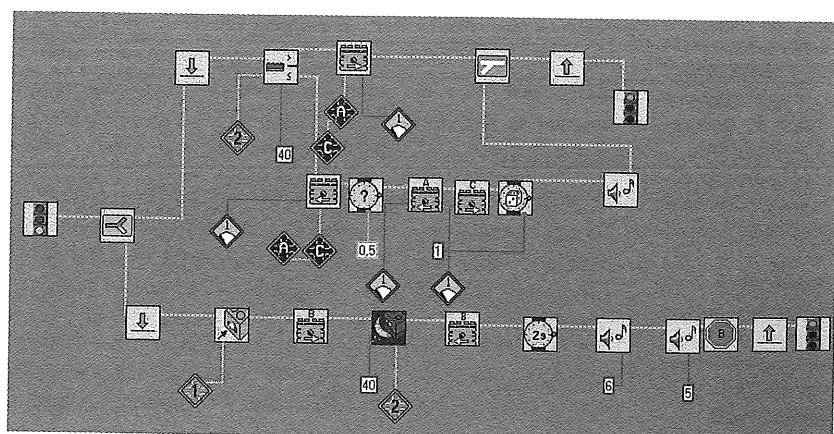


Figura 2

...el campo de aplicaciones didácticas que se abre al utilizar este paquete es increíble, en lo que se refiere, sobre todo, al análisis de funciones y al análisis de datos empíricos.

opción también se puede chequear el funcionamiento del ladrillo.

- La fase «Programmer», desde la que se realizan los programas propiamente dichos.
- La fase «Investigator», una de las más interesantes y con más posibilidades didácticas, porque permite explorar e investigar, capturando, con el RCX, datos que se reciben desde el exterior y después se transmiten al ordenador. Posteriormente, se puede realizar un tratamiento gráfico y estadístico de esos datos. Dentro de esta fase existe un área de cálculo desde la que se pueden realizar diferentes tipos de operaciones y cálculos con los datos como, por ejemplo, las operaciones aritméticas básicas, cálculo de extremos, derivadas, integrales y parámetros de centralización y dispersión. Todos los cálculos y manipulaciones realizadas sobre los datos se reflejan en la gráfica en el acto.

Desde esta fase se pueden efectuar comparaciones entre diferentes conjuntos de datos.

Por si esto fuera poco, desde el propio programa se pueden elaborar páginas donde presentar y describir el proyecto, incluyendo un enunciado, hipótesis, predicciones, imágenes, discusión de resultados y conclusiones finales. Permite, además, importar gráficos de formato jpeg desde nuestro ordenador.

Como se puede observar, el campo de aplicaciones didácticas que se abre al utilizar este paquete es increíble, en lo que se refiere, sobre todo, al análisis de funciones y al análisis de datos empíricos.

Todo ello sin hablar de los aspectos que se derivan del uso de nuevas tecnologías en el aula, que en este caso concreto permiten la construcción del conocimiento desde la experimentación, la interactividad y la manipulación, y en continuo contacto con la realidad, posibilitando la aplicación directa del estudio llevado a cabo con los datos a la resolución de problemas en diferentes

áreas. La experiencia se lleva a cabo dentro de un marco de aprendizaje colaborativo donde los logros compartidos son una muy importante fuente de motivación.

Centrándonos en la experiencia llevada a cabo con alumnos de secundaria obligatoria, con edades comprendidas entre los 14 y 16 años, los resultados no pudieron ser más halagüeños. Nos referiremos a un centro concreto, el IES La Mola, de Novelda, que desde el principio fue uno de los centros colaboradores más entusiastas. Los profesores participantes en la experiencia se reunían con sus alumnos periódicamente, un par de veces por semana, para trabajar en los diferentes proyectos. Primero se les informó de lo que se pretendía y después se pensó en qué proyecto se podría llevar a cabo. Una vez escogida la tarea a realizar, voluntariamente, los alumnos se situaban en un grupo u otro, según sus preferencias y afinidades: el de los «ingenieros» y el de los «programadores». Se discutía el diseño del robot y las características físicas que debía reunir para poder ejecutar la tarea seleccionada, y, a continuación, los ingenieros comenzaban su construcción y los programadores, que fueron previamente introducidos y adiestrados por los profesores en el manejo del software y lenguaje de programación, comenzaban a diseñar las instrucciones necesarias para que el robot ejecutara la tarea requerida. Cuando prototipo y programa estaban preparados comenzaba la fase de ensayos y corrección de errores, hasta conseguir el objetivo previsto.

Se completaron seis proyectos en total, que fueron los siguientes:

- Robot-coche con mando teledirigido para avanzar, moverse en diferentes direcciones y parar.
- Robot sube rampas. Era capaz de subir, llegar hasta el final de la rampa, girar 180° y descender por el mismo camino.
- Robot capaz de seguir una línea negra dibujada sobre cartulina blanca.

La experiencia se lleva a cabo dentro de un marco de aprendizaje colaborativo donde los logros compartidos son una muy importante fuente de motivación.

- Robot situado dentro de un círculo que al chocar contra una lata la atrapaba con sus pinzas, la empujaba fuera del círculo sin salirse él mismo de dicha zona y volvía a buscar más latas. Todo ello sin dejar de emitir una música programada por los propios alumnos.
- Robot que va avanzando y al alcanzar el ambiente virtual una determinada temperatura se detenía y comenzaba a aplaudir.
- Dos robots que se comunicaban entre sí, emitiendo uno de ellos señales que eran respondidas por el otro instantáneamente. Al terminar la comunicación ambos robots, previamente en reposo, se ponían en movimiento.

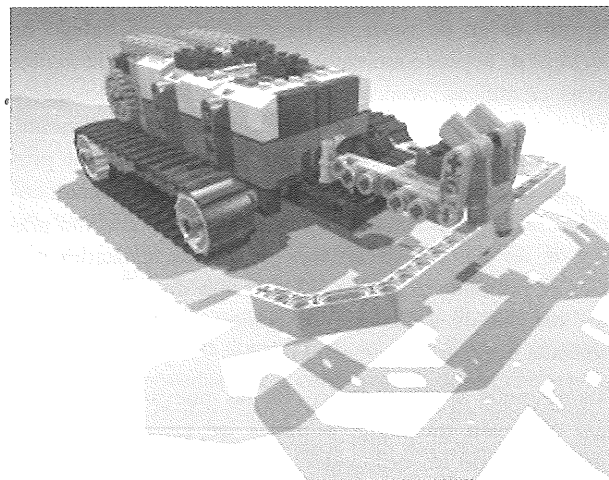


Figura 3

El trabajo fue arduo, pero en ningún momento hubo que animar a los alumnos puesto que los retos planteados y las ansias de superarlos eran suficiente motivación para ellos.

En tres ocasiones se reunieron todos los centros participantes en la Universidad de Alicante, para intercambiar experiencias y presentar lo logrado. En una de tales ocasiones asistió a la reunión un profesor del MIT, colaborador de Seymour Papert, que quedó impresionado por los logros obtenidos por los jóvenes estudiantes y el grado de concentración que conseguían cuando se imbuían en su trabajo.

Durante el presente curso se sigue trabajando en la misma línea, pero colaboran más centros, inicialmente eran cinco, y ahora son once, y se pretende introducir el trabajo con robots en el currículo y no como actividad extraescolar como se había venido desarrollando hasta ahora.

Estos sets de robótica han sido elaborados teniendo presentes los trabajos de Seymour Papert y sus «Mindstorms», basados en las teorías del desarrollo cognitivo de Piaget y,

desde el punto de vista de la didáctica, sus aportaciones pueden ser muy importantes.

Permiten construir el conocimiento siguiendo procedimientos de naturaleza similar a la del método científico, formulando hipótesis y experimentando para aceptar o rechazar dichas hipótesis, y posibilitando la práctica del método de ensayo y error para reformularlas.

Mediante la programación se crean modelos que simulan la realidad y que al ser manipulados matemáticamente producen efectos o modificaciones aplicables a la misma. Por ejemplo, cada vez que se presiona un botón se suma una unidad al valor de una variable, posteriormente, el robot envía tantos mensajes como valor tenga la variable, valor que equivale a las veces que se ha presionado el botón.

En otro orden de cosas, se hace necesario el trabajo de conceptos y procedimientos pertenecientes a diferentes áreas científicas, como matemáticas, física, tecnología e informática, con lo cual se trabaja interdisciplinariamente. Mediante la realización de los programas y diseño de prototipos se desarrolla la capacidad lógica y de razonamiento abstracto. Al permitir el software la representación gráfica de los datos y de las modificaciones realizadas con ellos se permite desarrollar la formación de representaciones visuales de los conceptos como, por ejemplo, el de derivada e integral.

Los alumnos se familiarizan con las nuevas tecnologías que permiten transmitir, a través de rayos infrarrojos, órdenes desde un ordenador a un objeto no conectado físicamente con él, a la vez, se introduce a los alumnos en un lenguaje de programación simbólico que trabaja con unos pocos iconos que representan objetos concretos, como motores, luces, etc., e ideas más abstractas como generar valores al azar, aumentar o disminuir el valor de variables, etc.

Otro aspecto muy importante es el hecho de que en la base del lenguaje de programación utilizado están los procesos de iteración y recursividad, presentes en los sistemas dinámicos, que permitirán introducir a los alumnos, suavemente, en un campo de las matemáticas de total actualidad.

En otro orden de cosas, y como ya se ha indicado antes, el propio alumno construye y descubre el conocimiento a través del intento de dar solución a problemas reales que

se le plantean al principio o que le surgen a lo largo de la evolución de su trabajo, desarrollando, a la vez, su capacidad de organizar la información y de resolver problemas, su imaginación para encontrar modelos que simulen la situación real a la que han de dar respuesta y su habilidad y destreza para construir objetos que cumplan unos requisitos con los elementos disponibles.

Como final, el trabajo colaborativo se hace imprescindible, al ser necesaria la participación de «programadores» e «ingenieros» en el desarrollo de los proyectos y surgiendo, de manera inevitable, el intercambio de puntos de vista, la discusión y, en resumen, la comunicación.

Como última consideración pensamos que sería necesario hacer un hueco en los currículos y adaptarlos para posibilitar la introducción de la robótica en el aula, vista como una herramienta y no como un fin, elaborando proyectos desde los que se pudieran trabajar diferentes conceptos y procedimientos matemáticos desde las diferentes áreas implicadas.

Si se desea más información sobre el trabajo que se está llevando a cabo en la actualidad en la Universidad de Alicante, se puede visitar la dirección

<www.teddi.ua.es/lineastrabajo/robotica.asp>

Así mismo se puede encontrar información sobre los proyectos de robótica llevados a cabo en el MIT y sobre los trabajos de Seymour Papert en

<www.media.mit.edu>

o en

<www.papert.org/works.html>.

*Permiten
construir
el conocimiento
siguiendo
procedimientos
de naturaleza
similar
a la del método
científico,
formulando
hipótesis y
experimentando...*

M.ª José Haro

IES Al-Basit. Albacete
Societat d'Educació

Matemàtica de la Comunitat
Valenciana «Al-Khwarizmi»

Antonia Redondo

IES Diego de Siloé. Albacete
Sociedad Castellano-
Manchega de Profesores
de Matemáticas.

SUMA

ENVÍO DE COLABORACIONES

Revista SUMA

Apartado de Correos 19012
28080-MADRID