

# Robótica, Informática, Inteligencia Artificial y Educación

Arnaldo Héctor Odorico, Fernando Lage, Zulma Cataldi

Laboratorio de Informática Educativa, Facultad de Ingeniería. UBA  
Instituto Superior del Profesorado Técnico. Universidad Tecnológica Nacional.  
aodorico@gmail.com, liema@fi.uba.ar

## RESUMEN

*En un contexto educativo, hay esencialmente dos modos de aprovechar la capacidad de proceso y almacenamiento de una computadora: a) producir sistemas basados en el conocimiento (tales como servicios de Internet WWW, enciclopedias multimedia, etc.) en los que el usuario navegue y recupere textos, imágenes, sonidos...; b) construir un laboratorio simulado donde sea posible aumentar el conocimiento mediante aplicación de procesos similares al método científico: formulando hipótesis sobre un fenómeno y poniendo a prueba estas hipótesis mediante experimentos. Las herramientas construidas de acuerdo con el primer enfoque pueden facilitar el aprendizaje de las ciencias sociales, el segundo enfoque es más apropiado para la enseñanza tecnológica y los contenidos científicos.*

## ABSTRACT

*In an educational context, there are essentially two manners of taking advantage of the capacity of process and storage of a computer: a) to produce systems based on the knowledge (such as Internet service WWW, encyclopedias multimedia, etc.) in that the user navigates and recovers texts, images, sounds ...; b) to construct a simulated laboratory where it is possible to increase the knowledge by means of application of processes similar to the scientific method: formulating hypothesis on a phenomenon and testing these hypotheses by means of experiments. The tools constructed of agreement with the first approach can facilitate the learning of the social sciences, the second approach is more adapted for the technological education and the scientific contents.*

**Palabras clave:** Robótica pedagógica. Robótica, Informática, Inteligencia artificial y educación

## 1. INTRODUCCIÓN

Los individuos seleccionan activamente los aspectos relevantes de su entorno, manipula objetos concretos, y asimilan nuevos conocimientos por medio de la observación de los efectos de estas acciones. En este sentido el individuo construye una representación de la realidad. Es la participación activa del estudiante el aspecto más atractivo de los juegos de simulación por

computadora. No obstante, al mismo tiempo los entornos software de simulación tradicionales atrapan al usuario en un mundo idealizado donde aspectos importantes y difusos del entorno físico son a menudo ignorados. En este trabajo se pretende describir cómo usar una computadora para dar vida a objetos en un mundo físico. En este sentido, todo objeto del entorno es visto como un pequeño sistema inteligente que puede ser estudiado en interacción con el resto del mundo físico y con otros sistemas inteligentes. Desde este punto de vista, la computadora puede ser vista como un puente entre las estructuras formales puramente abstractas (programas informáticos) y los aspectos claves no deterministas del mundo físico real. La robótica, en sentido general abarca una amplia gama de dispositivos con muy diversas cualidades físicas y funcionales asociada a la particular estructura mecánica de aquellos, a sus características operativas y al campo de aplicación para el que sea concebido. Todos estos factores están íntimamente relacionados, de forma que la configuración y el comportamiento de un robot condicionan su adecuación para un campo de aplicación específico. La robótica se apoya en gran medida en los progresos de la electrónica y la informática, así como en nuevas disciplinas como el reconocimiento de formas y la inteligencia artificial. (IA).

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Robótica Industrial

Durante el siglo XXI, y gracias al considerable avance tecnológico, han ido progresivamente apareciendo diversos tipos de sistemas artificiales de apariencia antropomórfica, conocidos con el nombre de robots. Existen muchas clases de robots, pudiendo ser diferenciados de acuerdo a su arquitectura interna, tamaño, materiales con los que están hechos, la forma en que estos materiales se han unido, los actuadores que utilizan (p.e. motores y transmisores), los tipos de sistemas sensoriales que poseen, sus sistemas de locomoción, los microprocesadores que tengan a bordo. Si bien hasta la fecha los robots han permitido una automatización elevada de tareas simples y repetitivas en procesos industriales y otras áreas, la construcción de robots que exhiban un cierto grado de inteligencia humana es todavía un problema abierto. "Un robot considerado inteligente deberá ser una máquina autónoma capaz de extraer selectivamente información de su entorno y utilizar el conocimiento sobre el mundo

*que le rodea para moverse de forma segura, útil e intencionada*” .Sin embargo, los elevados grados de autonomía e intencionalidad necesarios en un comportamiento inteligente han resultado especialmente difíciles de ser sintetizados artificialmente a pesar del optimismo inicial que exhibieron los fundadores de la Inteligencia Artificial (IA). En la robótica existen tres funciones básicas ampliamente aceptadas: percepción, planificación y actuación. A la primera categoría pertenecen las funciones que proporcionan la información básica del exterior a través de los sensores del robot. Todas las funciones que a partir de los sensores o del conocimiento almacenado producen directrices o tareas que debe acometer, pertenecen a la planificación. Por último, las funciones de actuación están formadas por todas aquellas que ejercen el control de los actuadores del robot. El robot industrial se diseña en función de diversos movimientos que debe poder ejecutar; es decir, lo que importa son sus grados de libertad, su campo de trabajo, su comportamiento estático y dinámico. La capacidad del robot industrial para reconfigurar su ciclo de trabajo, unida a la versatilidad y variedad de sus elementos terminales (pinzas, garras, herramientas, etc.), le permite adaptarse fácilmente a la evolución o cambio de los procesos de producción, facilitando su reconversión. Los robots industriales están disponibles en una amplia gama de tamaños, formas y configuraciones físicas. La gran mayoría de los robots comercialmente disponibles en la actualidad tienen una de estas cuatro configuraciones básicas:

- Configuración polar
- Configuración cilíndrica
- Configuración de coordenadas cartesianas
- Configuración de brazo articulado

La configuración polar utiliza coordenadas polares para especificar cualquier posición en términos de una rotación sobre su base, un ángulo de elevación y una extensión lineal del brazo. La configuración cilíndrica sustituye un movimiento lineal por uno rotacional sobre su base, con lo que se obtiene un medio de trabajo en forma de cilindro. La configuración de coordenadas cartesianas posee tres movimientos lineales, y su nombre proviene de las coordenadas cartesianas, las cuales son más adecuadas para describir la posición y movimiento del brazo. Los robots cartesianos a veces reciben el nombre de XYZ, donde las letras representan a los tres ejes del movimiento. La configuración de brazo articulado utiliza únicamente articulaciones rotacionales para conseguir cualquier posición y es por esto que es el más versátil.

## 2.2. Futuro de la robótica

A pesar de que existen muchos robots que efectúan trabajos industriales, aquellos son incapaces de desarrollar la mayoría de operaciones que la industria

requiere. Al no disponer de unas capacidades sensoriales bien desarrolladas, el robot es incapaz de realizar tareas que dependen del resultado de otra anterior. En un futuro próximo, la robótica puede experimentar un avance espectacular con las cámaras de televisión, más pequeñas y menos caras, y con las computadoras potentes y más asequibles. Los sensores se diseñarán de modo que puedan medir el espacio tridimensional que rodea al robot, así como reconocer y medir la posición y la orientación de los objetos y sus relaciones con el espacio. Se dispondrá de un sistema de proceso sensorial capaz de analizar e interpretar los datos generados por los sensores, así como de compararlos con un modelo para detectar los errores que se puedan producir. Finalmente, habrá un sistema de control que podrá aceptar comandos de alto nivel y convertirlos en órdenes, que serán ejecutadas por el robot para realizar tareas enormemente sofisticadas. Si los elementos del robot son cada vez más potentes, también tendrán que serlo los programas que los controlen a través de la computadora. Si los programas son más complejos, la computadora deberá ser más potente y cumplir los requisitos mínimos para dar una respuesta rápida a la información que le llegue a través de los sensores del robot.

## 2.3. Inteligencia artificial

Sus orígenes se remontan miles de años atrás, son muchos los inventores y genios que han ido contribuyendo a crear estas máquinas, Leonardo Da Vinci, Blas Pascal, Charles Babbage, Alan Turing. La inteligencia artificial estudia como lograr que las máquinas realicen tareas que, por el momento, son realizadas mejor por los seres humanos. La definición es efímera porque hace referencia al estado actual de la informática. No incluye áreas que potencialmente tienen un gran impacto tales como aquellos problemas que no pueden ser resueltos adecuadamente ni por los seres humanos ni por las máquinas. Al principio se hizo hincapié en las tareas formales como juegos y demostración de teoremas, la geometría fue otro punto de interés. Sin embargo la IA pronto se centró en problemas que aparecen a diario denominados de sentido común (commonsense reasoning). Uno de los más rápidos y sólidos resultados que surgieron en las tres primeras décadas (1950 – 1980) de las investigaciones de la IA fue que la Inteligencia necesita conocimiento. Para compensar este logro imprescindible el conocimiento posee algunas propiedades poco deseables como:

- Es voluminoso
- Es difícil caracterizarlo con exactitud
- Cambia constantemente
- Se distingue de los datos en que se organiza de tal forma que se corresponde con la forma en que va a ser usado.

Con los puntos anteriores se concluye que una técnica de IA es un método que utiliza conocimiento representado de tal forma que:

- El conocimiento represente las generalizaciones
- Debe ser comprendido por las personas que lo proporcionan.
- Puede modificarse fácilmente para corregir errores y reflejar los cambios en el mundo y en nuestra visión del mundo.
- Puede usarse en gran cantidad de situaciones aún cuando no sea totalmente preciso o completo.
- Puede usarse para ayudar a superar su propio volumen, ayudando a acotar el rango de posibilidades que normalmente deben ser consideradas.

Los problemas al irse resolviendo tienen entre las características de su solución:

- Complejidad
- El uso de generalizaciones
- La claridad de su conocimiento
- La facilidad de su extensión

## 2.4. Investigación y desarrollo en áreas de la IA:

Las aplicaciones tecnológicas en las que los métodos de IA usados han demostrado con éxito que pueden resolver complicados problemas de forma masiva, se han desarrollado en sistemas que:

- Permiten al usuario preguntar a una base de datos en cualquier lenguaje que sea, mejor que un lenguaje de programación.
- Reconocen objetos de una escena por medio de aparatos de visión.
- Generar palabras reconocibles como humanas desde textos computarizados.
- Reconocen e interpretan un pequeño vocabulario de palabras humanas.
- Resuelven problemas en una variedad de campos usando conocimientos expertos codificados.

## 2.5. Orientaciones didácticas

La Educación Tecnológica pretende que los alumnos logren una comprensión del mundo artificial y una capacidad para desenvolverse efectivamente dentro del mismo, en un nivel que podría denominarse alfabetización tecnológica. La alfabetización tecnológica de los estudiantes supone:

- la capacidad para apreciar el desarrollo tecnológico y su relación con la sociedad y el ambiente;

- la capacidad para reflexionar sobre los actos tecnológicos propios y ajenos en el marco de su impacto social y ambiental;
- la capacidad de ejecutar actos tecnológicos con calidad, respeto ambiental, creatividad, efectividad y ética.

Los alumnos, a través del aprendizaje en tecnología, tienen la oportunidad de:

- Usar una variedad de medios para distinguir y enunciar problemas y, resolver problemas prácticos en un contexto social;
- Adquirir y usar durante su trabajo tres tipos de habilidades interrelacionadas: el cómo hacer, la comprensión de procesos y la adquisición de conocimientos;
- Arriesgarse a tomar opciones, desarrollar múltiples soluciones a problemas, probar y mejorar, prevenir, trabajar en grupo en forma colaborativa, responsabilizarse por los resultados y administrar los recursos en forma efectiva y eficiente.

Desde la perspectiva de la vida cotidiana, una tecnología específica corresponde a un sistema dinámico en que la persona coordina creativamente prácticas de trabajo, herramientas, máquinas y conocimientos para satisfacer necesidades o aspiraciones.

## 2.6. Orientación tecnológica

Desde una perspectiva tecnológica se relaciona con la capacidad de creación e intervención en las diferentes aplicaciones. Respecto a una tecnología particular los hombres y mujeres pueden relacionarse con ella desde diferentes perspectivas, a saber:

- Como **usuarios**, cuya relación se caracteriza por la utilización responsable de los objetos y servicios,
- Como **técnicos**, cuya relación está orientada a la producción de objetos y servicios
- Como **innovadores**, como diseñadores de nuevas aplicaciones; esto es, nuevas formas de interacción, nuevos productos o servicios.

Estas caracterizaciones no son excluyentes. Una persona puede ser a la vez un usuario, un técnico y un innovador. Estos roles sólo ilustran las diferentes posibilidades de relación con una tecnología. Sin embargo, participar de éstos requiere conocimientos y habilidades distintas. Acercándose a la tecnología desde los tres roles mencionados, los alumnos habrán logrado comprender que:

- **desde la perspectiva de uso**, el programa se orienta a una adecuada utilización de objetos y servicios y de las nuevas capacidades de acción que éstos hacen posible.

- **desde la perspectiva técnica**, se orienta al desarrollo de capacidades necesarias para intervenir en la funcionalidad de los procesos de producción y de los productos.
- **desde la perspectiva innovadora**, se orienta a la creación de nuevas funcionalidades y diseños.

El manejo de información y comunicaciones, debe llevar al estudiante a comprender que este hecho se encuentra directamente relacionado con la globalización y tiene implicaciones locales asociado al acceso a información, comunicación y nuevas formas comerciales.

## 2.7. Función educativa del software

El software más adecuado en el área de la robótica sería aquel que permite experimentar con los conocimientos teóricos adquiridos y a la vez profundizar en los mismos, posee objetivos curriculares bien definidos, y dentro de los límites permitidos conseguir una iniciativa variada por parte del alumno (de carácter exploratorio), pero guiada por el docente. De ello se deriva la importancia que debe darse a esta herramienta en la enseñanza y en la preparación de los futuros profesionales. Simular un brazo robótico con un programa especializado, después de hacer los desarrollos teórico-matemáticos, permite determinar las trayectorias y la viabilidad del diseño. La acción del educador debe conducir a desarrollar en el alumno un método de trabajo adecuado con las herramientas de simulación, es necesario generar un núcleo de conocimientos teóricos básicos que le permitan continuar aprendiendo de forma guiada y por sí mismo cuando la complejidad vaya en aumento. Además, al ser un aprendizaje personalizado, interactivo y creativo, el alumno tendrá la ventaja de poder seguir su ritmo personal de aprehensión. La automatización y la robótica son dos tecnologías estrechamente relacionadas. En un contexto industrial se puede definir la automatización como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos, electrónicos y basados en computadoras en la operación y control de la producción. Ejemplos de esta tecnología son: líneas de transferencia, máquinas de montaje mecanizado, sistemas de control de realimentación (aplicados a los procesos industriales), máquinas-herramienta con control numérico y robots. Estas operaciones incluyen la carga y descarga de máquina, la soldadura por puntos, la pintura por pulverización, etc. Este trabajo pretende aportar información que pueda resultar de interés para profundizar el conocimiento sobre la robótica industrial. Este enfoque muestra que es posible lograr: a) Una enseñanza que contemple los aspectos no sólo informativos, sino también los formativos y que se ajuste más adecuadamente a los perfiles profesionales demandados por la sociedad. b) Una mayor motivación y satisfacción en el aprendizaje por parte de los alumnos. c) Una reformulación de los objetivos educativos,

transformando más adecuadamente los contenidos científicos, fomentando a su vez, una mayor reflexión y elaboración de los contenidos tratados. Desde el punto de vista tecnológico constituye un banco para el estudio de problemas de aplicación directa en la industria con fuerte incidencia en el sector nacional para procesos de desarrollo y automatización. A continuación se citan algunas de las características que el programa diseñado debe permitir realizar en la fase de simulación: a) Modelizar rápidamente nuevas células de fabricación para procesos automatizados basados en robots y evaluar su eficacia (Figura 1), b) Poner de manifiesto, mediante simulación gráfica, el diseño a implementar (Figura 2), c) Detectar colisiones del robot antes de que se produzcan en la instalación real, evitando así desperfectos ocasionados por una inadecuada ubicación del robot y/o una errónea programación, d) Calibrar el robot y su espacio de trabajo (Figura 3)<sup>1</sup>. El software de simulación puede ser utilizado para el diseño de cualquier proceso automatizado.



Figura 1: Células de fabricación para procesos automatizados basados en robots

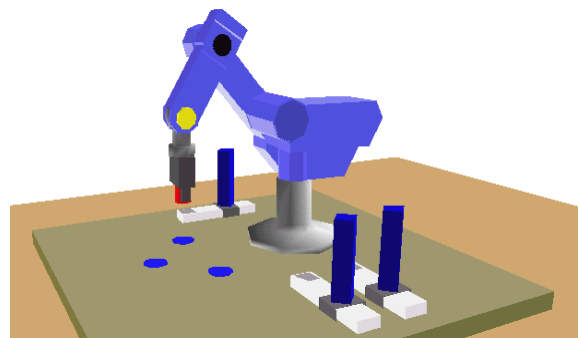


Figura 2: Morfología del robot a utilizar

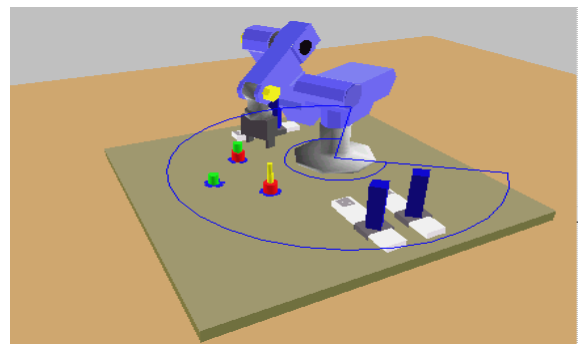


Figura 3: Determinación del espacio de trabajo

<sup>1</sup> Referencia de las Figuras 1, 2 y 3: Empresa Soluciones Tecnológicas Integradas [www.sti-sl.es](http://www.sti-sl.es)

## 2.8. Una clase haciendo uso del programa

Los alumnos al llegar a la unidad temática planificada, tienen adquiridos los conocimientos previos con respecto al espacio curricular (Robótica). Por lo tanto es indispensable tener en cuenta estos saberes previos para lograr un aprendizaje significativo, mediante estrategias específicas de enseñanza que vinculen los resultados obtenidos haciendo uso del software correspondiente y descrito en Odorico A. et al (2006) con esos conocimientos, de modo que se relacionen armónicamente y fluyan de manera dinámica a través de cada etapa de aprendizaje. Se debe tener en cuenta que tanto la enseñanza como los aprendizajes estratégicos incluyen el desarrollo de un menú de estrategias cognitivas y metacognitivas sobre las cuales basarse para adquirir y producir información, resolver problemas y monitorear el proceso de aprendizaje. Así como el alumno estratégico piensa cuidadosamente en la selección de una estrategia de aprendizaje adecuada al contenido y a la tarea, el docente estratégico concibe las estrategias del proceso de enseñanza – aprendizaje como medios para aprender en contextos particulares. (Castro, 1999). El docente estratégico tiene una agenda doble, no sólo se ocupa del producto del aprendizaje sino también del proceso de aprendizaje. La atención a este proceso es lo que fomentará la autorregulación de parte del alumno. Las estrategias cognitivas y metacognitivas que el alumno usa en este proceso y los medios para encarar estas estrategias hace articular vertical y horizontalmente con los contenidos a enseñar en el plan de estudios. (Cabona et.al.,2003). Este Espacio Curricular se fundamenta en aptitudes básicas propias para el desempeño en el mundo del trabajo. Entre ellas se destacan: a) Capacidad crítica y de diagnóstico, b) Capacidad creativa e investigadora, c) Capacidad para el trabajo en equipo, d) Capacidad y actitud positiva ante la innovación y adelanto tecnológico, e) Actitud científica en la toma de decisiones y la resolución de problemas, f) Comprensión de criterios de adaptación a nuevos sistemas de organización del trabajo, g) Valoración positiva de la formación permanente para elevar las posibilidades de reconversión y readaptación profesional. Para ello se debe: a) Plantear una metodología constructivista en donde, desde los conocimientos previos, el alumno que cumple un papel activo pueda acceder a los contenidos considerando su significancia, b) Aprender haciendo, mediante los procesos característicos de la profesión, c) La estrategia interactiva con el medio (docente, compañeros, contexto externo) permitirán un progresivo y adecuado acceso a los nuevos saberes.

## 3. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Cabero (2001) atribuye a los medios informáticos un efecto inicial de alta motivación por parte de los usuarios, por lo que habría que superar esta instancia para que el “efecto novedad” desaparezca y el medio comience a ser usado en forma constante. Es luego de este período en el que se debe medir su significatividad. Por otra parte, la elaboración de los materiales educativos informáticos no sólo requiere de un preciso conocimiento de los contenidos, sino también de los modos más efectivos de presentación de los mismos, a fin de motivar al usuario a su recorrido. Independientemente del enfoque industrial, un software constituye una ayuda de inestimable valor en la labor educativa de los centros universitarios y profesionales puesto que permitirá a los alumnos crear robots, manejar modelos comerciales y programar los conjuntos mediante lenguajes normalizados en entornos reales, evitando los costos, los espacios y las limitaciones que supone trabajar con un modelo físico concreto que, generalmente, sólo puede realizar una tarea determinada y ser programado con un lenguaje único. En la actualidad, la simulación se ha convertido en una herramienta de uso obligatorio tanto para profesionales dedicados al diseño de sistemas como investigadores. En el área de la robótica permite experimentar con los conocimientos teóricos adquiridos y a la vez profundizando en los mismos. De ello se deriva la importancia que debe darse a esta herramienta en la enseñanza y en la preparación de los futuros profesionales, donde el alumno puede utilizarla como una herramienta más para reforzar los conocimientos que va adquiriendo en las distintas disciplinas. La acción del educador debe desarrollar en el alumno una metodología de trabajo adecuada con las herramientas de simulación, es necesario generar un núcleo básico de conocimientos teóricos básicos que le permitan continuar aprendiendo de forma guiada y por sí mismo cuando la complejidad vaya en aumento (método de andamiaje). Es necesario además generar una actitud crítica ante los resultados de la simulación. Este nuevo método de utilización de sistemas informáticos y su aplicación produce un refuerzo, así como una mayor y mejor asimilación y utilización de lo aprendido. Además, al ser un aprendizaje personalizado, el alumno puede preguntar y explorar sin inhibición alguna, con rapidez y sencillez, y con la ventaja de poder seguir su ritmo personal de aprendizaje con pocas distracciones y en donde el alumno experimente su aprendizaje con unas prácticas diseñadas especialmente para ello. Éstas prácticas deben mostrar al alumno toda la información que necesite de los procesos simulados para el análisis de esos datos, tanto de forma gráfica como numérica, permitiendo la posibilidad de modificar los elementos de estudio para adquirir un mayor conjunto de valores que le ayuden en la comprensión de la realidad. Lamentablemente es una herramienta que no se encuentra completamente aplicada, por lo que, viendo las ventajas que su utilización aporta al aprendizaje del alumno, se debe seguir investigando y aportando nuevos desarrollos.

#### 4. BIBLIOGRAFÍA

- Cabero, J. (2001): Tecnología Educativa. Síntesis. Madrid.
- Cabero, J. (2001): Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Síntesis. Madrid.
- Castro, M. (1999). “*Simulación en Ingeniería Eléctrica y Electrónica*”. Disponible en: [www.mundoelectrónico.com/sumaris/1999/sum\\_me\\_301.html](http://www.mundoelectrónico.com/sumaris/1999/sum_me_301.html). Consultado para verificar su existencia el 19 de Junio de 2006 a la 22:20 hs.
- Cataldi Z. (2001). “*Diseño y Evaluación de Programas Didácticos Hipermediales*”. Tesis para el Magíster en Docencia Universitaria. Universidad Tecnológica Nacional. Regional Buenos Aires.
- Gros, B. (2000). Diseños y programas educativos. Ariel. Barcelona.
- Lion, C. (2006). *Imaginar con tecnologías. Relaciones entre tecnologías y conocimiento*. Editorial Stella. La Crujía Ediciones. Bs. As.
- Odorico, A. (2005a). *Marco teórico para una robótica pedagógica*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Año 1, Volumen 1, Número 3. Universidad de Buenos Aires.
- Odorico, A. (2005b). *La robótica desde una perspectiva pedagógica*. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Año 2, Volumen 2, Número 5. Universidad de Buenos Aires.
- Odorico, A. et al. (2005). *La robótica: Una visión pedagógica para una tecnología actual*. CACIC 2005: Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. 20 de octubre de 2005. Entre Ríos.
- Odorico, A. et al. (2006). *La robótica: Aspecto clave de la producción moderna vista desde una perspectiva pedagógica*. WICC 2006: Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. 1º de Octubre de 2006. Buenos Aires.
- Sánchez Colorado, M. (2003). *Implementación de Estrategias de Robótica Pedagógica en las Instituciones Educativas*. Disponible en: <http://www.eduteka.org/RoboticaPedagogica.php>. Consultado el 19 de Junio de 2006 a las 20.45 hs.