

La robótica: Una tecnología actual, clave en los sistemas de producción moderna vista desde una perspectiva pedagógica

Arnaldo Héctor Odorico, Fernando Lage, Zulma Cataldi

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

Resumen

En menos de 30 años la robótica ha pasado de ser un mito, propio de la imaginación de algunos autores literarios, a una realidad imprescindible en el actual mercado productivo. La robótica posee un reconocido carácter interdisciplinario, participando en ella diferentes disciplinas básicas, y tecnológicas tales como la teoría de control, la mecánica, la electrónica, y la informática, entre otras. El presente trabajo tiene como objetivo establecer conexiones interdisciplinarias, enfocando el estudio analítico del movimiento del brazo de un robot industrial, y a partir de éste la modelización matemática del movimiento del mismo utilizando para ello el software apropiado y desarrollado para esta aplicación que permita facilitar la enseñanza de los sistemas de un brazo robot industrial y sus movimientos¹. De este modo, se lo puede bajar al aula sustentado por las teorías de aprendizaje de un modo motivante. Se intenta además, responder a la pregunta: ¿Cómo es el uso didáctico de los programas de computadora en el aula, para la concreción de mejores aprendizajes?. (Cataldi, 2001). Por este motivo se ha procurado llegar a un equilibrio entre los temas relacionados con el conocimiento del funcionamiento de un robot (en los aspectos mecánico, informático y de control) y aquellos en los que se proporcionan los criterios para evaluar la conveniencia de utilizar un robot y el modo más adecuado de hacerlo. Se evalúa el programa con un grupo de estudiantes del curso de Robótica Industrial, del Instituto Superior del profesorado técnico de la Universidad Tecnológica Nacional, dictado durante el año 2005 en la Escuela Superior Técnica del Ejército.

Palabras clave: Robótica, Tecnología y Educación

Workshop: Tecnología Informática Aplicada en Educación

Introducción

Durante el siglo XX, 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, etc.. 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.

¹Software de simulación robótica desarrollado por Odorico A.

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.

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:

- Capacidad para apreciar el desarrollo tecnológico y su relación con la sociedad y el ambiente;
- Capacidad para reflexionar sobre los actos tecnológicos propios y ajenos en el marco de su impacto social y ambiental;
- 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.

Por medio del uso de Internet, pueden comprender el impacto de ésta en la producción y en la vida corriente. Por último, les da el espacio para observar áreas tecnológicas en desarrollo. Desde la perspectiva de la vida cotidiana, la tecnología corresponde a la forma como se satisfacen las necesidades y aspiraciones de las personas. En este contexto, 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.

Orientación tecnológica

Desde una perspectiva técnica, la tecnología se relaciona con la capacidad de creación e intervención en las aplicaciones tecnológicas. 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.

Trabajo con metodología de proyecto

El proyecto como estrategia pedagógica está centrado en la planificación, puesta en marcha y evaluación de un conjunto de actividades y procedimientos, con el fin de lograr un objetivo específico. Los alumnos, en forma organizada y planificada, resuelven una tarea, aprovechando para ello los recursos disponibles en su entorno y respetando ciertas restricciones impuestas por la tarea y por el contexto. Durante el desarrollo de un proyecto, el alumno debe enfrentar a desafíos y situaciones en el aula que tienen relación con: emprender, tomar decisiones, asumir riesgos, establecer redes de cooperación, negociar posibles soluciones con sus pares, etc. Para el éxito de un proyecto, es fundamental el rol de guía y orientador que cumple el o la docente. Es necesario cautelar que se cumplan ciertas condiciones que son centrales a la metodología de proyecto: que los alumnos trabajen y se involucren responsablemente en las metas que han establecido; que se establezca un clima de respeto entre los pares y una valoración de sus singularidades; y que se logre una comprensión de la necesidad del trabajo colaborativo. Por aprendizaje colaborativo se entiende habitualmente como aquel en el que un grupo de estudiantes trabaja en equipo para: tomar una decisión, crear un producto, elaborar un proyecto, etc; utilizando diversas áreas de conocimiento para contribuir a un producto final de alta calidad que excede de lejos la capacidad de cada miembro individual. Un tipo especial de aprendizaje colaborativo es el que se produce en la enseñanza por proyectos orientados a problemas (Problem-oriented Project Learning). En este tipo de docencia los alumnos intentan resolver en grupo problemas teóricos que exceden sus competencias actuales y que se resuelven a partir de la supervisión de su trabajo y clases de apoyo realizadas por el profesor. Además, mediante el trabajo basado en proyectos orientados a la solución de problemas se puede enseñar a los alumnos a considerar algunos de los problemas teóricos principales dentro de la profesión y a orientarles en su afán por solucionar estos problemas. En este tipo de enseñanza, los problemas encaminan a los alumnos conjuntamente con los profesores hacia las áreas más importantes del conocimiento teórico, que son esenciales para solventar los problemas profesionales actuales.

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 unos 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, donde el alumno puede utilizarla como una herramienta más para reforzar los conocimientos que va adquiriendo en las distintas disciplinas. 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. Actualmente la analogía humana de un robot industrial es muy limitada. Los robots que casi siempre operan desde una posición fija en la superficie de la fábrica no tienen apariencia humana y no se comportan como seres humanos. Sin embargo, es probable que los futuros robots tengan un mayor número de atributos, similares a los humanos (Figura 1).

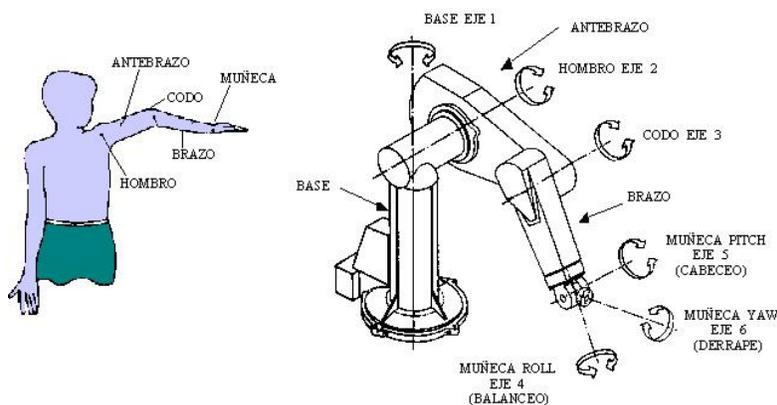


Figura 1: Similitudes entre la analogía humana y la de un brazo robot. (Angulo Usategui, 2000)

Este trabajo pretende aportar información que pueda resultar de interés para profundizar el conocimiento sobre la cinemática de un robot industrial, con su soporte informático original. Constituye un punto de partida, para que los alumnos cuenten con una herramienta flexible y dinámica para estudiar problemas similares, relacionados con el diseño, la construcción y la utilización de robots industriales. 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. En esta propuesta de solución se presenta el programa de simulación, el cual es un sistema de diseño y simulación gráfica sencillo de un robot para computadora. Gracias a este software se puede realizar en una PC lo que antes era únicamente teniendo acceso al robot mismo. El proyecto de un nuevo sistema o proceso de fabricación, que puede incluir el diseño del robot, permite tener lugar antes de que la adquisición e instalación del nuevo sistema tenga lugar. De esta forma pueden ser simulados los montajes complejos con total seguridad y gran realismo, debido a su interface gráfica. Durante esta simulación, los problemas potenciales que pueden aparecer son puestos de manifiesto,

para que el diseñador modifique el sistema de forma sencilla y rápida. Con esta herramienta se puede incrementar la productividad y reducir el tiempo de diseño e implementación de un proceso automatizado de fabricación basado en robots. A continuación se citan algunas de las características que el programa diseñado permite realizar en la fase de simulación: a) Modelizar rápidamente nuevas células de fabricación para procesos automatizados basados en robots y evaluar su eficacia (Figura 2), b) Poner de manifiesto, mediante simulación gráfica, el diseño a implementar, 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 (Figura 3), d) Calibrar el robot y su espacio de trabajo (Figura 4).²

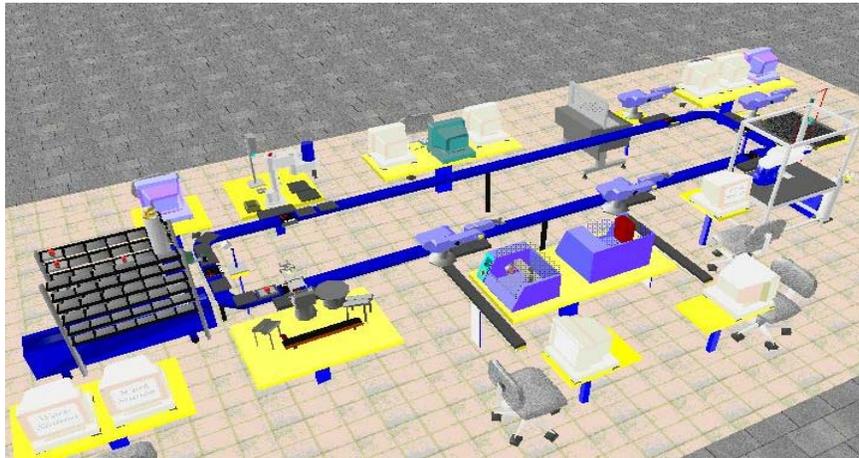


Figura 2: Células de fabricación para procesos automatizados basados en robots

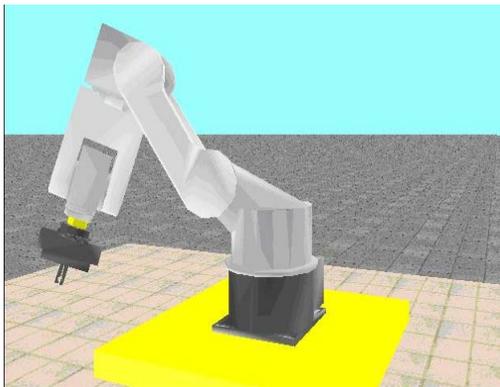


Figura 3: Morfología del robot a utilizar

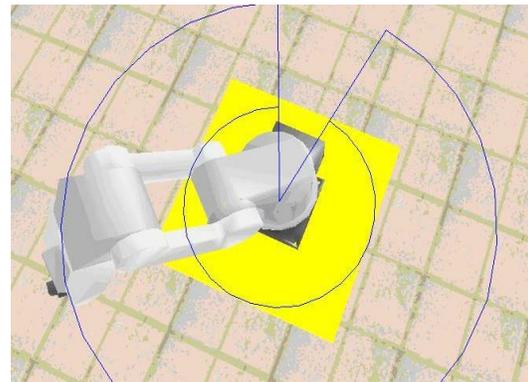


Figura 4: Determinación del espacio de trabajo

El programa que se describe puede ser utilizado para el diseño y simulación de cualquier proceso automatizado en el que intervenga un robot, como pueden ser los procesos de: fabricación de automóviles, ensamblaje de maquinaria, manipulación remota de objetos, manipulación automatizada de residuos de centrales nucleares y en general de áreas peligrosas, sistemas de aprendizaje y entrenamiento. Independientemente del enfoque industrial, este programa 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

² Referencia de las Figuras 2,3 y 4: Empresa Soluciones Tecnológicas Integradas www.sti-sl.es/

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.

Características del programa que se propone

Una vez dentro del programa aparecerá la imagen de la Figura 5. En la misma se puede observar una corona circular, que representa el área máxima de trabajo que puede realizar el brazo robot, los eslabones o estructuras rígidas que representan al robot (trazos verde y azul) y los ángulos (trazo color rojo) que determinan la posición de cada uno de los eslabones.

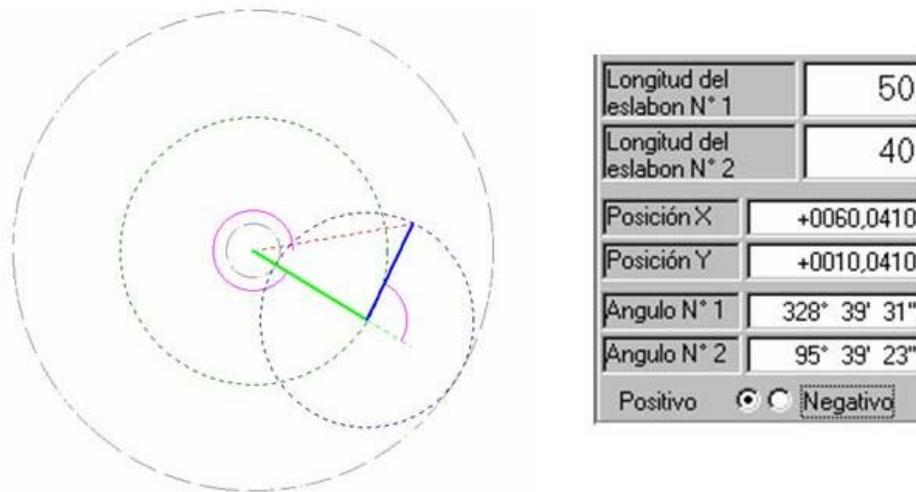


Figura 5: Presentación de la pantalla de inicio del programa de simulación

En la tabla que aparece a la derecha del gráfico, se observan 6 barras horizontales. En la barra superior se puede establecer la longitud del eslabón 1 (trazo color verde, es el que está vinculado con la base del robot), para ello se cliquee con el botón izquierdo del mouse y se escribe el valor elegido (el cual se expresa en cm). Debajo de ésta se muestra la longitud del eslabón 2 (trazo de color azul) y para el cual se repite el procedimiento indicado anteriormente. Los dos ítems que le continúan indican la posición que toma la herramienta o efector en el punto de trabajo o bien donde se encuentra la pieza. Estos valores cambian de acuerdo al movimiento que se realiza con el mouse sobre el plano indicado como las máximas coordenadas posibles a alcanzar, de acuerdo a la corona circular que se forma). En caso de ser necesario se puede ubicar el cursor (tanto para la posición del eje X como la del eje Y), se cliquee con el botón izquierdo del mouse y se escribe el valor elegido (el cual se expresa en cm). A continuación aparecen los ángulos θ_1 , θ_2 (trayectoria por arriba o negativa, o bien, trayectoria por abajo o positiva), los mismos cambian como lo hacen las coordenadas o bien se cliquee con el botón izquierdo del mouse y se escribe el valor elegido (el cual se expresa en grados, minutos y segundos). En cuanto a la trayectoria elegida solo basta con seleccionar con el mouse (botón izquierdo) si se la desea que esta sea positiva o negativa, de acuerdo al tipo de movimiento que se desea realizar. Es decir, una vez establecida la longitud de cada eslabón en la tabla donde se vuelcan los parámetros establecidos para el diseño, se puede obtener la posición de dichos eslabones mediante el movimiento del mouse sobre la corona circular, o bien, ingresando los datos con la posición que debe tomar el brazo robot en los ítems correspondientes a la posición en X y en Y. Si se toma el sentido de giro horario

Figura 6, es decir, ángulos negativos, o bien, si el sentido es antihorario, entonces los ángulos son considerados positivos, como se ve en la Figura 7. Otra alternativa posible es, establecer los ángulos que ocupará cada uno de los eslabones y se puede obtener la posición de los mismos, tanto para el sentido horario como antihorario. Una vez finalizado este procedimiento y obtenidos los valores requeridos, se fija la imagen pulsando la tecla F10, lo cual permite desplazar el cursor fuera del plano de trabajo y así permitir capturar la pantalla presionando la tecla Print Screen para poder procesarla con cualquier programa de dibujo (eg. Paint).

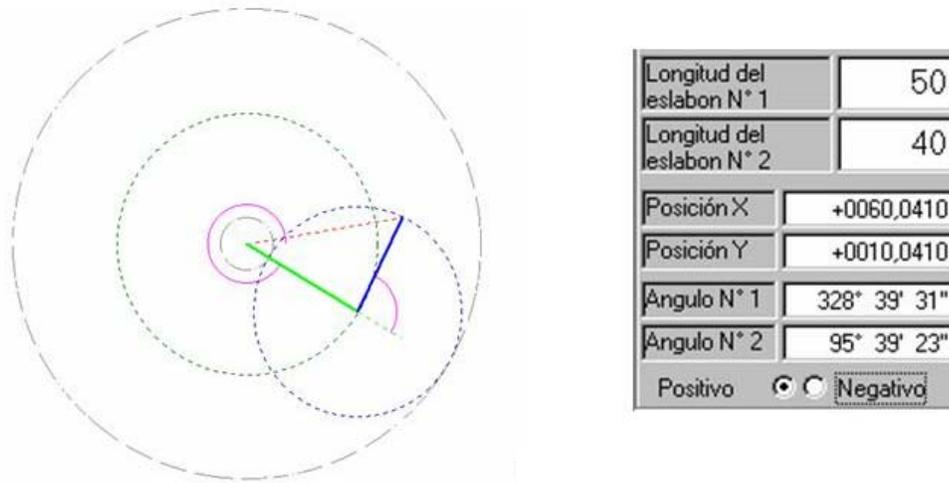


Figura 6: Presentación de la pantalla de inicio del programa de simulación para ángulos positivos.

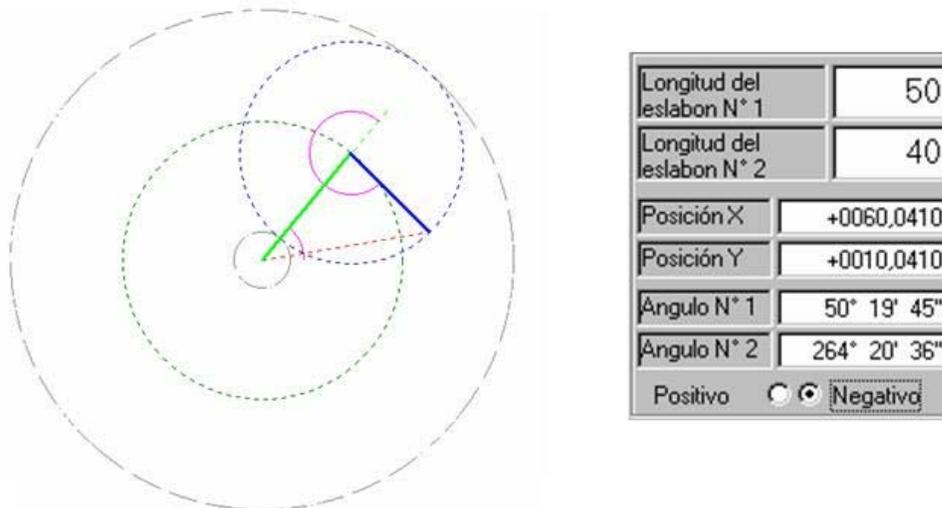


Figura 7: Presentación de la pantalla de inicio del programa de simulación para ángulos negativos

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 la nueva información 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. 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.

Las opiniones de los alumnos

A fin de saber qué opinaban los alumnos acerca de la incorporación de materiales didácticos de tipo informático, acerca del dictado de la asignatura en general e información acerca de la utilidad del software desarrollado para esta aplicación, se le presentó una ficha de evaluación al grupo de 10 alumnos voluntarios del curso de Robótica Industrial luego de resolver analíticamente el ejercicio planteado y trabajar con el programa de simulación durante cuatro horas de clase. La ficha de evaluación y los resultados obtenidos se corresponden con los siguientes ítems (Anexo 1 y 2):

Sencillez en la utilización del programa.. Hace referencia a la necesidad o no de los alumnos de tener conocimientos específicos previos de informática, la facilidad de manejo del programa, como así también, si mantiene al alumno permanentemente informado sobre su accionar. (Fig. 8 del Anexo 2)

Visualización por pantalla y efectos técnicos. Hace referencia a la calidad tanto del gráfico que representa la ubicación física del brazo robot en su área de trabajo como así también la tabla de valores que lo parametriza, es decir, estructuración de la pantalla, redacción de los textos, presencia de efectos motivadores e informativos del avance del alumno. (Fig. 9 del Anexo 2)

Formas de interacción propuesta al alumno. Se refiere a la forma en que el programa interacciona con el alumno desde el punto de vista de su afabilidad, es decir, en lo que respecta al manejo del mismo, la información que le suministra al alumno en forma permanente durante su uso, y si permite un trabajo colaborativo del grupo de estudiantes. (Fig. 10 del Anexo 2)

Justificación de la computadora desde el punto de vista pedagógico. Hace referencia si el programa desde el punto de vista pedagógico aporta en forma innovadora al proceso de aprendizaje, satisface las necesidades e intereses del profesor y de los alumnos y si se adapta a diferentes situaciones de aprendizaje. (Fig. 11 del Anexo 2)

Conclusiones

Desde el punto de vista tecnológico este trabajo 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. Cabero (2000) atribuye a los medios 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. En el marco de un modelo del proceso enseñanza-aprendizaje, la simulación es una herramienta cada vez más utilizada en todos los campos de la ciencia y de la tecnología. 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. 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. La perspectiva de la simulación en educación, en este caso, asociada a la robótica, abre amplias posibilidades de acceso, a estudiantes que de otro modo no podrían probar, corregir y volver a ensayar, sin riesgo de estar trabajando en un sistema real.

"Los simuladores, pueden favorecer la transferencia a situaciones de la vida real (...) permite tomar decisiones y arriesgar sin perjuicio de equivocarse dado que la máquina favorece las prácticas de ensayo, prueba y autoevaluación" (Lion, 2006).

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. Simular un brazo robótico con un programa especializado, después de desarrollos teórico – matemáticos nos permite ver los inconvenientes, las trayectorias, la viabilidad del diseño. y nos dan una garantía para que el desarrollo no sea en vano. El resultado de la evaluación de esta herramienta informática surge de la encuesta que se le realizó al grupo de docente y alumnos que han hecho uso del mismo.

Bibliografía

- Angulo Usategui, J. (2000). *Robótica Práctica Tecnología y Aplicaciones*. Paraninfo. Madrid .
- Bottino, R. (2003). *¿Cómo han evolucionado los entornos de aprendizaje basados en las TIC y cuáles son las perspectivas actuales?*. Disponible en: <http://www.elearningeuropa.info>. Consultado el 19 de Junio de 2006 a las 21:05 hs.
- Castro, M. (1999). “*Simulación en Ingeniería Eléctrica y Electrónica*”.
Disponible en: www.mundo-electronico.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 Magister en Docencia Universitaria. Universidad Tecnológica Nacional. Regional Buenos Aires.
- García, A. (2003). *Medios Informáticos*. Disponible en: <http://www.web.usal.es/anagv/arti5.htm>
Consultado el 19 de Junio de 2006 a las 21:05 hs.
- Groover, M; Weiss, M; Ángel,R; Odrey, N. (1989) “*Robótica Industrial*” . Mc Graw Hill. Madrid.
- Gros, B. (2000). *Diseños y programas educativos*. Ariel. Barcelona.
- Odorico, A. (2005). *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. (2005). *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. (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.
- 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.
- Sánchez Colorado, M.(2003). *Ambientes de Aprendizaje con Robótica Pedagógica* Disponible en: <http://www.eduteka.org/RoboticaPedagogica.php>. Consultado el 19 de Junio de 2006 a las 20.55 hs.
- Soluciones Tecnológicas Integradas (2006). Disponible en: <http://www.sti-sl.es>. Consultado el 19 de Junio de 2006 a las 22:00 hs.
- Bermejo S. (2003) . “*Aprendizaje basado en proyectos robóticos*”. Disponible en: <http://www.vgweb.upc-vg.eupvg.es>. Consultado para verificar su existencia el 19 de Junio de 2006 a las 21:15 hs.
- Astiz, M. , Medina, P. Montero, Y. , Pedrosa, M. (1999).“*Taller Internacional de Software Educativo*” TISE. Universidad de Chile.
- Lion, C. (2006). *Imaginar con tecnologías. Relaciones entre tecnologías y conocimiento*. Editorial Stella. La Crujía Ediciones. Bs. As.
- Cabero, J. (2000): *Tecnología Educativa. Síntesis*. Madrid.
- Cabero, J. (2000): *Nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Síntesis*. Madrid.
- Odorico, A. (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.

ANEXO 1: Ficha de evaluación del software de simulación

1. Sencillez en la utilización del programa	
1.1. ¿Se puede utilizar el programa sin poseer conocimientos específicos de informática?	SI NO
1.2. ¿El interface de comunicación que propone el programa ?es fácil de utilizar? ¿el menú de opciones es amigable para el alumno?	SI NO
1.3. ¿El programa se maneja de forma homogénea a lo largo del mismo?	SI NO
1.4. ¿El alumno sabe en todo momento las teclas operativas que debe de manipular para responder a los diferentes tipos de preguntas?	SI NO
2. Visualización por pantalla y efectos técnicos	
2.1. ¿Está bien estructurada la pantalla (zonas para presentar la información, zonas de interacción alumno-computadora, zonas de mensajes y ayudas...)?	SI NO
2.2. ¿Se observa calidad en la redacción de los textos (ausencia de errores gramaticales y de faltas de ortografía)?	SI NO
2.3. ¿Las pantallas son legibles (poco repletas, distribución coherente de los diferentes elementos)?	SI NO
2.4. ¿Se mantiene informado al alumno sobre su progreso a lo largo de programa?	SI NO
2.5. La presencia de efectos motivadores (sonido, color, movimiento ¿son acertados, no perturban la marcha de la clase y no distraen al alumno en su aprendizaje?	SI NO
2.6. ¿El tipo y tamaño de letras es adecuado para el nivel de los alumnos que van a utilizar el programa?	SI NO
3. Formas de interacción propuestas al alumno	
3.1. ¿Los mensajes que ofrece el programa son pertinentes (no ofensivos, no peyorativos, actúan como reforzadores a la respuesta del alumno)?	SI NO
3.2. Los mensajes que aparecen inmediatamente a la respuesta del alumno ¿se mantienen en pantalla el tiempo necesario para ser leídos?	SI NO
3.3. ¿Se indica de manera clara el lugar de la pantalla donde observar los resultados?	SI NO
3.4. ¿El conocimiento del teclado y la cantidad de teclas que hay que usar para escribir la respuesta, ¿son adecuados al nivel del alumno?	SI NO
3.5. ¿El programa ofrece un sistema para abandonarlo sin tener que interrumpirlo de manera impropia?	SI NO
3.6. ¿El sistema de análisis del programa reconoce posibles errores mecánicos?	SI NO
3.7. ¿La estructura del programa permite un trabajo en colaboración de un grupo de estudiantes?	SI NO
4. Justificación de la computadora desde el punto de vista pedagógico	
4.1. ¿Pueden incluirse los objetivos, contenidos y actividades dentro del diseño curricular de un curso académico?	SI NO
4.2. ¿Se observa una aportación innovadora respecto de otros medios convencionales?	SI NO
4.3. ¿Se trata el contenido de forma interesante y motivadora?	SI NO
4.3. ¿Su utilización se adapta a diferentes situaciones de aprendizaje?	SI NO
4.4. ¿Es un recurso didáctico que satisface las necesidades e intereses del profesor y de los alumnos?	SI NO
4.5. ¿Es adecuada la concepción del aprendizaje que subyace al programa informático?	SI NO

ANEXO 2: Resultados de las opiniones de los alumnos

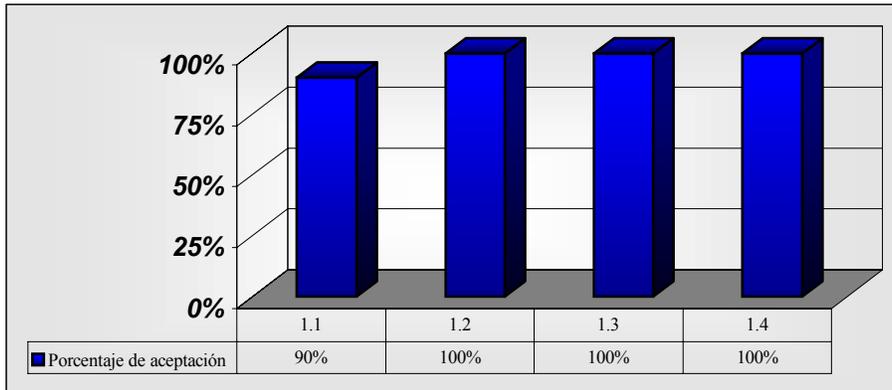


Figura 8: Sencillez en la utilización del programa

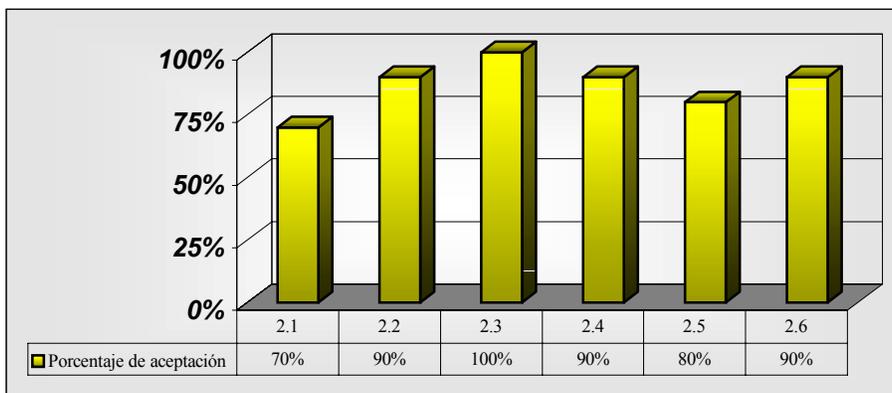


Figura 9: Visualización por pantalla y efectos técnicos

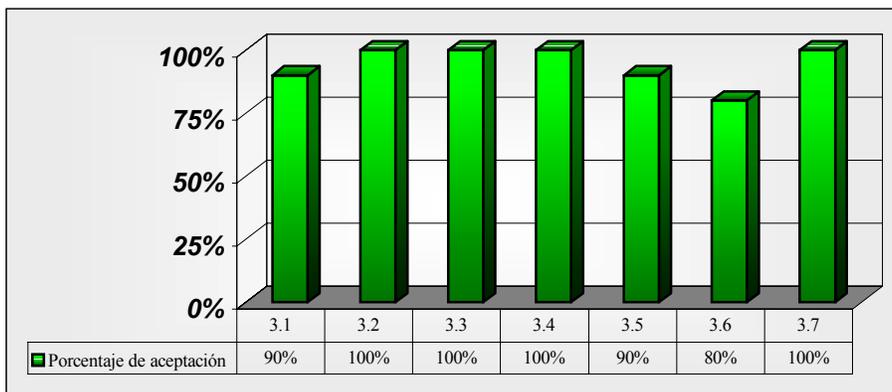


Figura 10: Formas de interacción propuesta al alumno

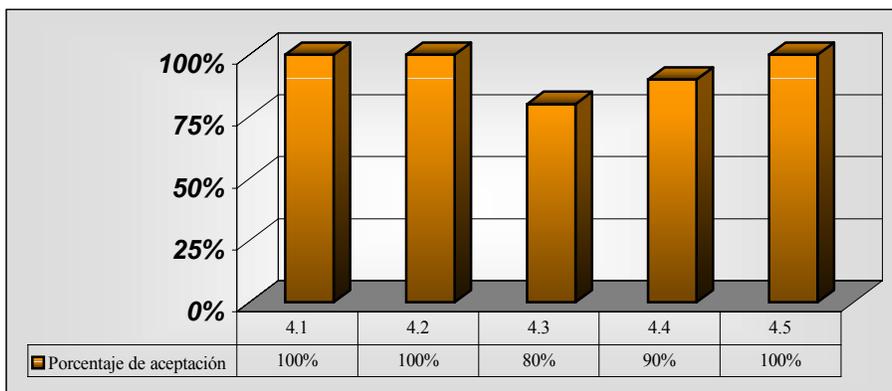


Figura 11: Justificación de la computadora desde el punto de vista pedagógico