

Didáctica en Robótica: Un software de simulación para aprendizaje significativo de la localización espacial

Arnaldo Héctor Odorico

LIEMA - Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Facultad de Ingeniería. UBA.
Instituto Superior del Profesorado Técnico. Universidad Tecnológica Nacional.
aodorico@gmail.com

Fernando Lage

LIEMA - Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Facultad de Ingeniería. UBA.
Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional
flage@fi.uba.ar

Zulma Cataldi

LIEMA - Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales. Facultad de Ingeniería. UBA.
Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional
liema@fi.uba.ar

Abstract

A panorama of robotics in enterprises integrated to different levels of production is presented in this account. Even though, the process of robotization in enterprises is even higher, the desired levels have not been achieved yet. That is the reason why the pedagogic robotics has been developed as a perspective of getting nearer to the solution of problems derived from, different areas of knowledge, such as maths, natural science and experimental, technology and communications among others. To give an account of this process of creation of knowledge through pedagogical robotics funds and examples of didactic situations, it will be possible to observe how the use of technologies of information and communication for knowledge (TICC), allowed students the concentration and expansion of their intellectual efforts, multiplying their capabilities of imaginations and creativity to reach their experiences. For this reason, a basic software of simulation that can be used as a didactic material for robotic courses and production where require. A good acceptance has been shown throughout the appliance of these studies.

Key Words: Globalization, Technology, Robotic and Education

Resumen

En esta comunicación se presenta un panorama de la robótica en las empresas integradas a diferentes niveles de producción. Si bien el proceso de robotización de las empresas es creciente, no se llega aún a valores deseados. Es por ello que 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. Para dar cuenta de este proceso de creación del conocimiento, mediante los fundamentos de la robótica pedagógica y la ejemplificación de situaciones didácticas, se observará cómo la utilización de las tecnologías de la información y la comunicación para el conocimiento (TICC) les permitieron a los estudiantes la concentración y expansión de sus esfuerzos intelectuales, multiplicando sus capacidades de imaginación y creatividad para llevar a cabo sus experiencias. Por este motivo se presenta un software de simulación que puede usarse como material didáctico para los cursos de

Robótica y de producción que así lo requieran. A partir de los estudios realizados aplicando el mismo se observa una muy buena aceptación.

Palabras Clave: Globalización, Tecnología, Robótica y Educación

1. INTRODUCCIÓN

El mercado de este siglo se caracteriza por la gran variedad y la demanda relativamente baja de los productos individuales, por ello es necesario llevar a cabo una integración total de la empresa para coordinar el gran número de actividades y la información necesaria para la producción en masa. La idea es llegar a una integración total de todos los recursos: personas, tecnología, procesos de negocio, clientes, y proveedores ubicados en lugares geográficamente dispersos. Esta integración es necesaria para lograr los objetivos de la empresa y para ello son necesarias, las redes de comunicaciones, los sistemas de administración de bases de datos, y el “*groupware*”.

La robótica, forma parte de este proceso, en sentido general, abarca una amplia gama de dispositivos con diversas cualidades físicas y funcionales asociada a la estructura mecánica de aquellos, a sus características operativas y al campo de aplicación de los mismos. La robótica se apoya en los progresos de la electrónica y de la informática, así como en nuevas disciplinas como el reconocimiento de formas y en la Inteligencia Artificial. (IA) que gracias al considerable avance tecnológico, han permitido la aparición de diversos tipos de sistemas artificiales de aspecto antropomórfico, conocidos con el nombre de robots. Existen muchas clases de robots que se diferencian 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, los tipos de sistemas sensoriales que poseen, sus sistemas de locomoción, los microprocesadores que usen, etc. Aunque los robots han permitido una automatización de tareas simples y repetitivas en los procesos industriales y en otras áreas, la construcción de robots con un cierto grado de inteligencia humana es todavía un problema abierto por cuanto un robot considerado inteligente deberá ser una máquina autónoma capaz de extraer la información de su entorno y utilizar el conocimiento en el mundo que lo circunda a fin de moverse en forma segura según determinadas intenciones de utilidad [1].

Por este motivo, se pensó en el diseño de un software de simulación a fin de facilitar la enseñanza de los sistemas de un brazo robot industrial y sus movimientos. De este modo se lo puede bajar al aula sustentado por las teorías de aprendizaje de un modo motivante. Desde el aspecto “*pedagógico*”, la simulación se ha convertido en una parte central de las metodologías de estudio por las innumerables ventajas que se obtiene en su utilización llevando al aula situaciones que de otro modo serían impensables. Si se observan los avances que está teniendo lugar la informática en la sociedad, aplicada en distintas profesiones, el docente no puede ser un mero observador ante este avance, es claro que las nuevas tecnologías están pidiendo un relevo a la enseñanza tradicional, y que los profesores han de dar ese paso de forma clara y decidida, aportando ese cambio de metodología, donde la transmisión de información va a tener infinitas vías, dejando atrás la época del pizarrón y los libros de texto como soporte casi único para la enseñanza-aprendizaje [6].

2.- LA MANUFACTURA FÍSICA Y LA MANUFACTURA FLEXIBLE

Una empresa no puede garantizar su competitividad simplemente adecuándose a los vaivenes del mercado, sino que debe hacerlo a través de la planificación de los procesos de fabricación la cual permite la captura de las capacidades de un ambiente manufacturero específico y principios

manufactureros ingenieriles, con el fin de crear un plan para la *manufactura física* de un pieza previamente diseñada. Este plan especifica la maquinaria que se ocupará en la producción de la pieza, la secuencia de operaciones a realizar, las herramientas, velocidades de corte y avances, y cualquier otro dato necesario para llevar la pieza del diseño al producto terminado. El proceso productivo es complejo, los materiales, las herramientas y componentes deben ser llevados a lugares específicos en determinados períodos de tiempo, operaciones que deben ser supervisadas y controladas, progresos y errores en la línea de producción deben ser reportados, por lo menos, a la administración de manufactura.

La automatización flexible ha hecho factible los sistemas de *manufactura flexible* y la manufactura integrada por computadora (CIM) resulta de un nuevo enfoque de la producción que con la aplicación de la tecnología ha creado sistemas altamente automatizados, con capacidad para trabajar diferentes secuencias de operaciones en forma automática permitiendo la fabricación continua de mezclas variables de productos con tiempos de preparación y cambio de herramientas virtualmente nulos, al pasar de un producto a otro y esta orientada a la manufactura de partes afines en lotes de tamaño bajo y medio bajo a una velocidad media de producción.

2.1. La manufactura física

La “*manufactura física*” de un producto involucra tecnologías para organizar el plan y controlar las etapas de la manufactura, por lo que se debe controlar el procesamiento de los materiales que serán parte de un producto o una pieza. Los materiales, las herramientas y componentes de un proceso productivo deben ser llevados a lugares específicos en determinados períodos de tiempo, operaciones que deben ser supervisadas y controladas. Esto conduce a aciertos y errores en la línea de producción que deben quedar registrados en el sistema. La manufactura física está relacionada no solo con software, sino también con el hardware actualizado cuya obsolescencia a veces es notoria [4].

2.2. La manufactura flexible

La tecnología de “*manufactura flexible*” es una promesa con beneficios potenciales en el mejoramiento de la calidad, la reducción en costos e inventario, y un mejor manejo de los productos. En los sistemas de producción se han incorporado robots a tal punto que hoy son vistos simplemente como máquinas herramientas. Los robots se usan para el manejo de materiales, fijación de piezas en las máquinas y otros procesos que permiten una mayor precisión. En general los robots son parte integral de los sistemas aunque no siempre son compatibles entre sí. Como el software y el hardware de FMS (sistemas flexibles de manufactura) deben trabajar juntos en tiempo real, debe haber un programa que vaya comprobando la ejecución de las funciones en tiempo real con reconocimiento de los errores de tal manera a fin de cortar el envío de materiales al detectar una falla. Las herramientas de simulación permiten ayudar a planear, diseñar y administrar FMS (sistemas flexibles de manufactura), de este modo se pueden modelar distintos escenarios a fin de estar seguro de seleccionar la solución más pata para las necesidades particulares del sistema [4].

La necesidad de programación flexible y dinámica, la variabilidad de productos y personalización de productos para los requerimientos del cliente conducirá al uso de celdas o sistemas flexibles de manufactura. Estas surgieron ante la necesidad de competir ante las presiones globales y llevadas a cabo por la reestructuración industrial y los rápidos cambios de la tecnología proveyendo soluciones de manufactura y para servir como el peldaño a los FMSs, y a las “*fábricas del futuro*” [7]. En síntesis, las distintas funciones que pueden ser ejecutadas por un robot en la empresa son: a) *Manejo de materiales*: Movimiento de materiales, paletizado, ordenamiento de materiales, b) *Ensamblaje*: Ensamblaje mecánico, ensamblaje electrónico, d) *Inspección*: Inspección de contacto, inspección sin contacto, e)

Soldado: Soldadura al arco, soldado por puntos, g) *Corte*: Oxicorte, corte por láser, h) *Acabado*: Soplado de aire, soplado de acabados sin aire, i) *Dispersión* de adhesivos y selladores, j) *Fundición*: Preparación del molde, desmoldado, limpieza y k) *Maquinado*.

3. PROPUESTA DE PROGRAMA DE SIMULACION PARA USO DIDACTICO EN CURSOS DE ROBÓTICA

En vista a la importancia de la robótica y su introducción cada vez mayor en las empresas, se ha considerado la necesidad de desarrollar un simulador didáctico de un brazo robótico a fin de que los alumnos puedan interpretar los movimientos en el proceso del manipulador. Los estudiantes normalmente deben abordar el tema de la robótica utilizando los materiales bibliográficos y las explicaciones teóricas. Actualmente la simulación se ha convertido en una parte central de las metodologías de estudio llevando al aula situaciones que de otro modo serían impensables. La presencia de Tecnologías en el aula de clase, busca proveer ambientes de aprendizaje interdisciplinarios donde los estudiantes adquieran habilidades para estructurar investigaciones y resolver problemas concretos, forjar personas con capacidad para desarrollar nuevas habilidades, nuevos conceptos y dar respuesta eficiente a los entornos cambiantes del mundo actual. Un ambiente de aprendizaje con Robótica pedagógica, es una experiencia que contribuye al desarrollo de la creatividad y el pensamiento de los estudiantes. Algunos de los logros de los estudiantes que participan en este ambiente de aprendizaje son:

- Construyen estrategias para la **resolución de problemas**. Utilizan el método científico para probar y generar nuevas hipótesis sobre la solución, de manera experimental, natural y vivencial de cada estudiante.
- Utilizan **vocabulario especializado** y construyen sus propias concepciones acerca del significado de cada objeto que manipulan. Además, toman conciencia de su proceso de aprendizaje y valoran su importancia, al ocupar su tiempo libre en una actividad mental permanente y retadora.
- **Estimaciones y mediciones**: Seleccionan las piezas de construcción como ejes, engranajes, poleas, además de los actuadores y sensores que son más útiles según el diseño que se ha propuesto. Amplían el currículo escolar atendiendo a sus intereses e investigando dentro de su medio socio-cultural. Reconoce y clasifica; toma decisiones sobre la conveniencia del uso de ciertas piezas. Estima el tamaño y acople posible entre ellas
- **Comparten** sus producciones con la comunidad escolar y familiar, donde se cuestionan, enriquecen y valoran. Construyen, programan y sincronizan efectos que se integran en un proyecto construido por la totalidad del grupo.
- **Forma y función**: determinan las estructuras más adecuadas y la dimensión de las construcciones a partir de los recursos que poseen en el aula de clase o en su entorno familiar.
- Desarrollan el **sentido crítico** acerca de sus creaciones y las de sus compañeros, produciéndose un intercambio valioso de experiencias que contribuyen al aprendizaje por medio del análisis y la crítica constructiva. Interiorizan diversos **conceptos tecnológicos**, tales como: diseño y construcción de prototipos propios o modelos que simulan objetos ya creados por el hombre, aplicación de sensores, estrategias de programación, control y sincronización de procesos.
- **Juego e Interacción social**: El trabajo en equipos en busca de un mismo objetivo, en un ambiente lúdico; permite el desarrollo de la autoestima y las relaciones interpersonales.

Una vez que el estudiante inicia la experimentación, la computadora es quien se encarga de controlar el desarrollo, de hacer la adquisición de los datos y de presentarlos en forma de cuadros y de gráficas en la pantalla de la computadora generando una actividad de concepción, creación/puesta en práctica, con fines pedagógicos, de objetos técnicos físicos que son reducciones bastante fiables y significativas de procedimientos y herramientas robóticas realmente utilizadas en la vida cotidiana, particularmente en el medio industrial. Es así que podemos pensar a la robótica pedagógica como una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots educativos para que los estudiantes se inicien en el estudio de las ciencias y la tecnología. 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 comunicación entre otras. La robótica pedagógica integra diferentes áreas del conocimiento. Esa integración es facilitada por el mismo software, el cual vuelve significativa la conexión entre la acción concreta y la codificación simbólica de las acciones, utilizando robots pedagógicos. Se trata de crear las condiciones de apropiación de conocimientos y permitir su transferencia en diferentes áreas del conocimiento. 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 experimentan un conjunto de situaciones didácticas constructivistas.

Es a partir de estas definiciones, que se han realizado muchas investigaciones y trabajos que pretenden contribuir al desarrollo de un marco teórico y conceptual en educación para la robótica pedagógica, así como para la construcción de entornos de aprendizaje en distintos medios y niveles. El tema central es el de proponer un modelo pedagógico que favorezca la construcción del conocimiento a través de la robótica pedagógica, con el fin de fomentar el uso de los materiales tecnológicos disponibles en el mercado, con efectividad y pertinencia. De este modo se ha desarrollado un pequeño programa con muy pocos requerimientos de hardware. Los pasos que se han realizado en la etapa de diseño del software fueron los que se requieren para los desarrollos tecnológicos, es decir, a partir del análisis del problema y de su alcance, se determinaron las variables de diseño, los requerimientos del software, herramientas, métodos y técnicas, con el fin de desarrollar el programa de simulación en lenguaje Visual Basic. Finalmente se examinó el programa con un conjunto de datos de pruebas, se ejecutaron las pruebas, se realizaron los ajustes necesarios, cotejando dichos resultados con los obtenidos analíticamente, concluyendo con la obtención de la versión 1.0.

El programa diseñado por el autor [6] genera a partir de las ecuaciones de movimiento, todas las posiciones en el espacio de trabajo del robot dentro de los límites de los ángulos de las articulaciones. Se introducen en la rutina cinemática directa para obtener la matriz del brazo. Estos ángulos de las articulaciones se utilizan también para calcular las ecuaciones de decisión para obtener la configuración del brazo. Estos indicadores, junto con la matriz del brazo se dan a la rutina de la solución inversa para obtener la solución de los ángulos de las articulaciones que deberían estar de acuerdo con los deducidos previamente en la cinemática directa. 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:

- Modelizar rápidamente nuevas células de fabricación para procesos automatizados basados en robots y evaluar su eficacia
- Poner de manifiesto, mediante simulación gráfica, el diseño a implementar.

- 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.
- Generar mediante el programa para robots un sistema de menús guiado por el mouse.
- Calibrar el robot y 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, 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 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. A modo de evaluación del producto y de una primera toma de contacto con el mismo es suficiente contar con los siguientes recursos mínimos: a) PC 486 o superior, b) Tarjeta gráfica, c) 1 Mb de memoria RAM y d) 1 Mb libre en el disco rígido.

Una vez dentro del programa aparece la imagen de la Figura 1. En la misma se puede observar una corona circular, que representa el área máxima de trabajo que puede realizar el brazo robot, los dos 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.

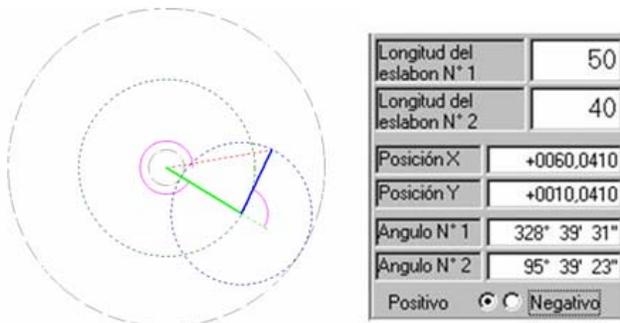


Figura 1: Presentación de la pantalla de inicio del programa de simulación

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 (Figura 2).

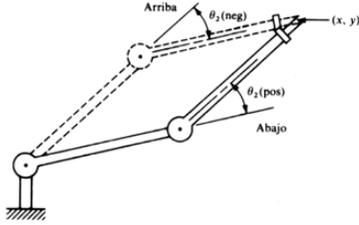


Figura 2: El brazo en un punto (x,y) indicando dos posibles configuraciones para conseguir la posición [3]

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 3), es decir, ángulos negativos, o bien, si el sentido es antihorario, entonces los ángulos son considerados positivos, como se ve en la Figura 4.

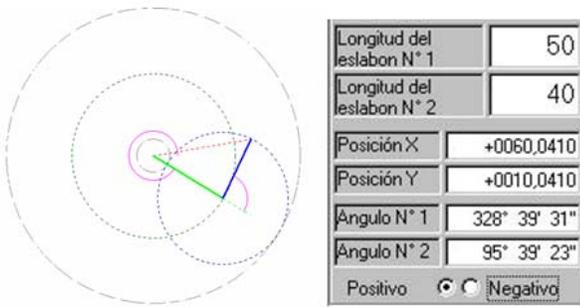


Figura 3: Presentación de la pantalla de inicio del programa de simulación para ángulos positivos.

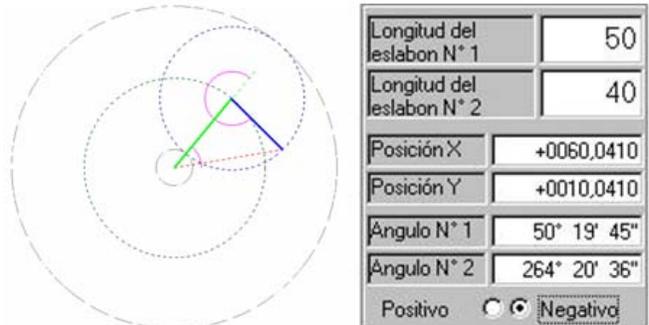


Figura 4: Presentación de la pantalla de inicio del programa de simulación para ángulos negativos

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 permitiendo capturar la pantalla o imprimir los resultados. Al llegar a la unidad temática planteada los alumnos poseen los conocimientos previos con respecto al espacio curricular de 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.

El docente estratégico debe armar una agenda doble para ocuparse del producto del aprendizaje y también del proceso. 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 [6]. Este programa se utiliza como material didáctico informático, en los cursos de Robótica Industrial como complemento luego de resolver analíticamente el ejercicio planteado y trabajar con el programa de simulación

4. LA EXPERIENCIA DE AMBIENTES DE APRENDIZAJE CON ROBÓTICA PEDAGÓGICA

El trabajo investigativo adelantado centró su implementación y evaluación en 4 niveles estratégicos, ellos son:

- a) **Sencillez en la utilización del programa** (Figura 5). Este gráfico 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.
- b) **Visualización por pantalla y efectos técnicos** (Figura 6). Este esquema en barras 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.
- c) **Formas de interacción propuesta al alumno** (Figura 7). 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.
- d) **Justificación de la computadora desde el punto de vista pedagógico** (Figura 8). En este diagrama en barras se analiza 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.

Si bien el resultado de la evaluación (Anexo I) que se le presentó a un grupo de 20 alumnos voluntarios del curso de Robótica Industrial es aceptablemente satisfactorio, se considera necesario continuar la investigación aumentando la muestra a fin continuar la validación de la metodología propuesta. Los medios conllevan 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 [2].

En resumen las situaciones de aprendizaje con computadoras que nos parecen más idóneas son aquellas que permiten al sujeto una actividad estructurante, actividad guiada por el docente, con la colaboración de otros compañeros, situaciones que se centran en un contenido determinado de las materias y que explicitan los objetivos de aprendizaje de manera clara, situaciones que aprovechan las potencialidades del medio informático, situaciones diseñadas teniendo en cuenta los conocimientos previos (teorías intuitivas) de los alumnos sobre los contenidos a tratar y situaciones integradas con el resto de las situaciones en clase. La robótica pedagógica es una disciplina que tiene por objeto la generación de ambientes de aprendizaje basados fundamentalmente en la actividad de los estudiantes. Es decir, ellos pueden concebir, desarrollar y poner en práctica diferentes proyectos que les permiten resolver problemas y les facilita al mismo tiempo, ciertos aprendizajes. En otras palabras, se trata de crear las

condiciones de apropiación de conocimientos y permitir su transferencia en diferentes campos del conocimiento.

Se puede concluir que 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. Uno de los factores más interesantes es que la integración de diferentes áreas se da de manera natural. Por otra parte, vemos que la robótica y la inteligencia artificial van tomadas de la mano ya que la una se encarga de la parte mecánica, y la otra de la parte analítica. La robótica es el diseño, fabricación y utilización de máquinas automáticas programables con el fin de realizar tareas repetitivas como el ensamble de automóviles, aparatos, etc. y otras actividades, por ello pienso que la robótica es la parte mecánica de una tecnología, en cambio creo que la inteligencia artificial es la parte analítica o la parte que determina la acción de los robots, ya que los robots no podrían realizar ninguna tarea sin que se les indicara u ordenara la tarea, por ello, aquí es donde entra la inteligencia artificial.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

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. 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 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 [6]

“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” [5].

Éstas prácticas deben mostrar toda la información que se 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, se debe seguir investigando y aportando nuevos desarrollos. En lo que respecta a futuras líneas de investigación, estas estarían centradas en:

- 1) Diseñar estrategias para docentes que deseen aplicar y/o diseñar software didáctico utilizando herramientas de autor y lenguajes sencillos.
- 2) Capacitar a docentes en el aprendizaje y uso de herramientas de autor para facilitarles el acceso a la construcción de sus propios programas y participar del proyecto de desarrollo.
- 3) Trabajar en el diseño de software orientados a las ciencias para nivel medio y universitario de acuerdo a las necesidades de los docentes y alumnos.

6. AGRADECIMIENTOS

Esta comunicación se elaboró como parte de los proyectos de investigación: *Sistemas inteligentes aplicados a la predicción del comportamiento de los estudiantes y diagnóstico* 2005-2006 LIE-DC/04-07 del Laboratorio de Informática Educativa y medios Audiovisuales (LIEMA) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires y el Proyecto acreditado 25/C099 *Modelado del tutor basado en redes neuronales para un Sistema Tutor Inteligente*. Los autores agradecen a los alumnos que participaron de la experiencia.

7. BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Bermejo, S. (2003). *Aprendizaje basado en proyectos robóticos*. Disponible en: <http://www.vgweb.upc-vg.eupvg.es>.
- [2]. Cabero, J. (2001) *Nuevas tecnología aplicadas a la educación*. Síntesis. Madrid.
- [3]. Groover, M; Weiss, M; Ángel, R. y Odrey, N. (1989) *Robótica Industrial*. Mc Graw Hill. Madrid.
- [4]. Jiménez, R. (2003). *Manufactura Integrada por Computadora (CIM)*. Prentice Hall
- [5]. Lion, C. (2006). *Imaginar con tecnologías. Relaciones entre tecnologías y conocimiento*. Editorial Stella. La Crujía Ediciones. Bs. As.
- [6]. Odorico, A., et. al. (2007). La robótica: Criterios de implantación de un robot industrial. WICC 2007. Facultad de Ingeniería UNPSJB. Trelew, Chubut, Argentina.
- [7]. Regh, J. et al. (2004). *Computer-Integrated Manufacturing* (3rd Edition). Prentice Hall
- [8]. Ruiz-Velasco, Enrique. (2002). *Robótica Pedagógica. Iniciación, construcción y proyectos*. Grupo Editorial Iberoamérica. México.

ANEXO I: 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.

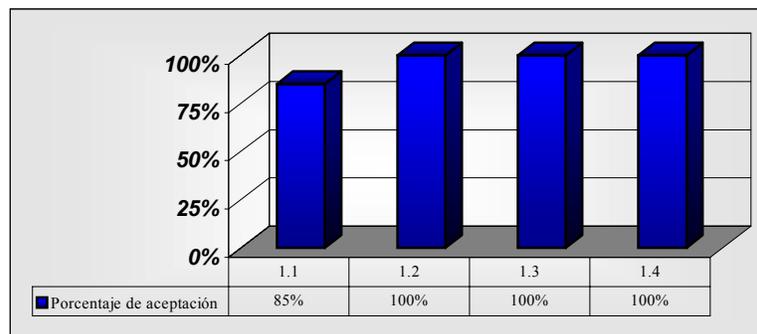


Figura 5: Sencillez en la utilización del programa

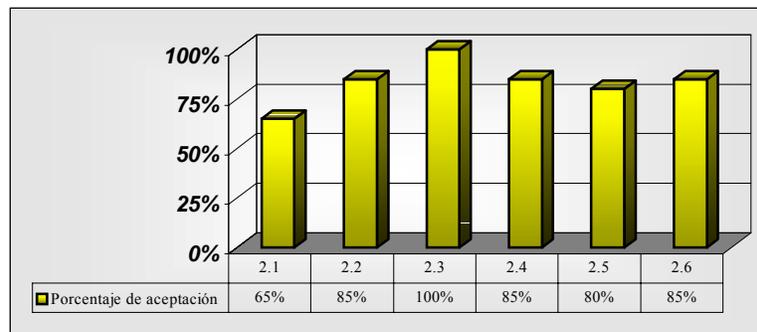


Figura 6: Visualización por pantalla y efectos técnicos

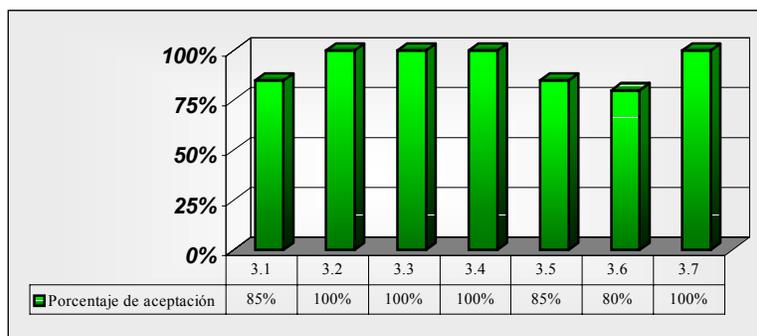


Figura 7: Formas de interacción propuesta al alumno

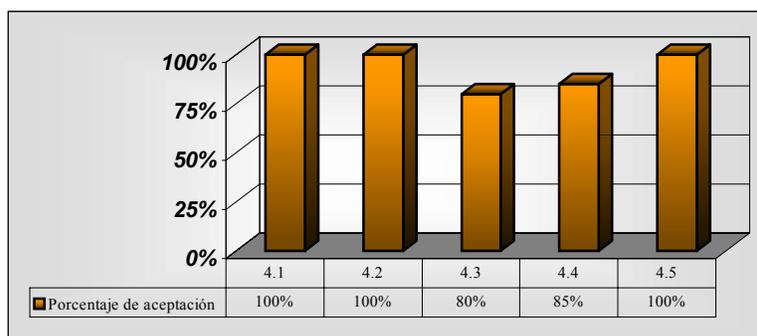


Figura 8: Justificación de la computadora desde el punto de vista pedagógico