EDUCACIÓN EN ROBOTICA, UNA TECNOLOGÍA INTEGRADORA

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, flage@fi.uba.ar, liema@fi.uba.ar

Resumen

El problema que da origen a este desarrollo se debe a la dificultad que tienen los estudiantes cuando deben interpretar los movimientos de un manipulador robótico utilizando los materiales bibliográficos y las explicaciones teóricas. Además se hace necesario responder a preguntas que son fundamentales: ***¿Cómo se aplica la pedagogía en Robótica? ¿Porqué promover el uso de Robótica Pedagógica en las Instituciones Educativas? ¿Cuáles son las teorías de aprendizaje que sustentan el trabajo con robótica pedagógica?, ¿Cuáles deben ser las características de los ambientes de aprendizaje con robótica pedagógica?, ¿Cómo han evolucionado los entornos de aprendizaje basados en las TIC y cuáles son las perspectivas actuales?.*** 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. 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).

Palabras clave: Robótica: Educación con Tecnología y Tecnología con Educación

I. Introducción

Durante el siglo XX, y gracias al considerable avance *"tecnológico"*, han ido apareciendo progresivamente diversos tipos de sistemas artificiales de apariencia antropomórfica, conocidos con el nombre de robots. 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. 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. El conocimiento de la realidad viene mediatizado por diferentes medios simbólicos (mapas, matemáticas, música, lenguaje escrito, audiovisual, informática...) y debido a sus características intrínsecas y a su relación con la realidad simbolizada cada medio ofrece una representación y una posibilidad de tratamiento diferente de la realidad. La funcionalidad del software educativo vendrá determinada por las características y el uso que se haga del mismo, de su adecuación al contexto y la organización de las actividades de enseñanza. Desde el punto de vista del alumno la informática se convierte en un medio de aprendizaje. Esta alternativa significa sacar todo el provecho de las

potencialidades de este medio simbólico. Resulta útil distinguir dos tipos de aprendizaje cuando se utiliza la computadora como instrumento: aprender de la computadora y aprender con la computadora. Se aprende de la computadora en aquellas situaciones en las que el material informático es cerrado, tiene un diseño fijo y persigue unos objetivos didácticos precisos. Se aprende con la computadora en situaciones abiertas en las que el objetivo didáctico no está contenido en el *"software*".

II. Objetivos

Los objetivos generales son: *1) Diseñar mediante el uso de herramientas informáticas el tipo de brazo robótico más adecuado de acuerdo a la tarea que deberá desarrollar el manipulador y 2)Evaluar como los estudiantes interpretan el tema cambiando las posibles trayectorias que debería realizar un manipulador.*

Los objetivos específicos. *1) Elegir la trayectoria adecuada para optimizar el proceso de producción de la tarea específica y para el cual se diseñará el brazo robot, 2) Diferenciar los distintos tipos de articulación acorde a los movimientos que deba realizar el manipulador de acuerdo a lo enseñado en clase y 3) Evaluar la herramienta desarrollada con un grupo de estudiantes voluntarios.*

III. Desarrollo

En el área de la robótica permite experimentar con los conocimientos teóricos adquiridos y a la vez profundizar 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.

a) Las 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: 1)Capacidad para apreciar el desarrollo tecnológico y su relación con la sociedad y el ambiente; 2) Capacidad para reflexionar sobre los actos tecnológicos propios y ajenos en el marco de su impacto social y ambiental y 3) 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: 1) Usar una variedad de medios para distinguir y enunciar problemas y, resolver problemas prácticos en un contexto social; 2) Adquirir y usar durante su trabajo tres tipos de habilidades interrelacionadas: el cómo hacer, la comprensión de procesos y la adquisición de conocimientos y 3) 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.

b) La orientación tecnológica

Desde una perspectiva técnica, la tecnología se relaciona con la capacidad de creación e intervención en las aplicaciones tecnológicas. Las personas se pueden relacionarse con la tecnología desde diferentes perspectivas, a saber: 1) Como *usuarios*, cuya relación se caracteriza por la utilización responsable de los objetos y servicios, 2) Como *técnicos*, cuya relación está orientada a la producción de objetos y servicios y 3) 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: 1) *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, 2) *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 y 3) *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.

c) La 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. En el proceso de enseñanza-aprendizaje, la simulación en el aprendizaje juega un papel muy importante. Se considera que simular debe: 1) Favorecer el aprendizaje del tema o materia y 2) Mejorar el aprendizaje utilizando un instrumento del tipo guiado.
Además, al ser un aprendizaje personalizado, interactivo y creativo, el alumno tendrá la ventaja de poder seguir su ritmo personal de aprehensión. Éstas prácticas deben mostrar toda la información que se requiera de los procesos simulados para el análisis de los mismos, tanto en forma gráfica como numérica, permitiendo la posibilidad de modificar dichos datos y poder adquirir un nuevo conjunto de valores que le ayuden en la comprensión de la realidad. 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, maquinas de montaje mecanizado, sistemas de control de realimentación (aplicados a los procesos industriales), máquinas-herramienta con control numérico y robots. En consecuencia, la robótica es una forma de automatización industrial. Un robot industrial es una máquina programable de uso general que tiene algunas características antropomórficas o *"humanoides"*. Actualmente la analogía humana de un robot industrial es aún 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 como se ve en la Figura 1.
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.

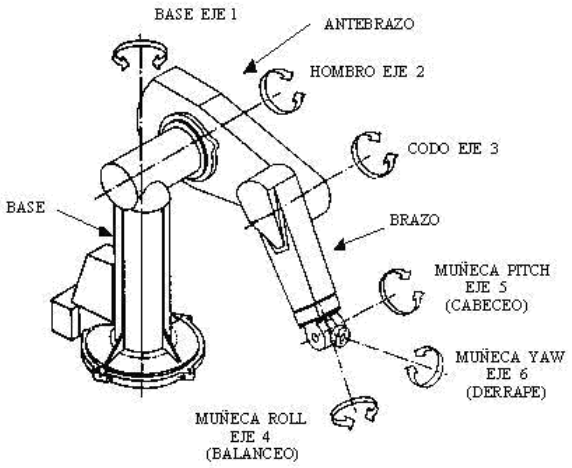

Figura 1: El brazo robot (Angulo Usategui, 2000).

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. Este enfoque muestra que es posible lograr:

- 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.
- Una mayor motivación y satisfacción en el aprendizaje por parte de los alumnos.
- 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.

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, 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, d) Calibrar el robot y su espacio de trabajo

El programa 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 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.

d)¿Cómo se aplica la pedagogía en Robótica?

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. 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. En este ambiente de aprendizaje innovador los estudiantes ocupan la mayor parte del tiempo simulando fenómenos y mecanismos, diseñando y construyendo prototipos que son representaciones micro de la realidad tecnológica circundante, o son sus propias invenciones.

e)¿Por qué promover el uso de Robótica Pedagógica en las Instituciones Educativas?

Partiendo de que 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.
- 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.
- Reconocen y clasifican; toman decisiones sobre la conveniencia del uso de ciertas piezas.
- Estiman el tamaño y acople posible entre ellas.

IV. Descripción del programa que se propone

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[2]. Una vez dentro del programa aparecerá la imagen de la Figura 2. 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.

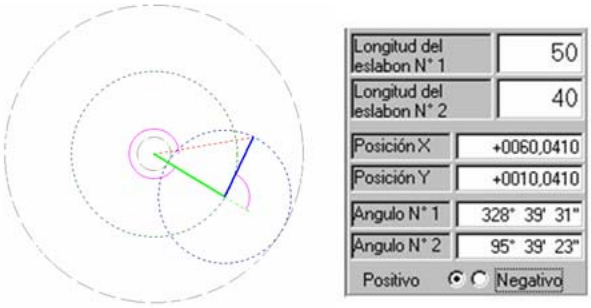

Figura 2: Presentación de la pantalla de inicio del programa de simulación

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 cliquea 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 cliquea 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 cliquea 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 3).

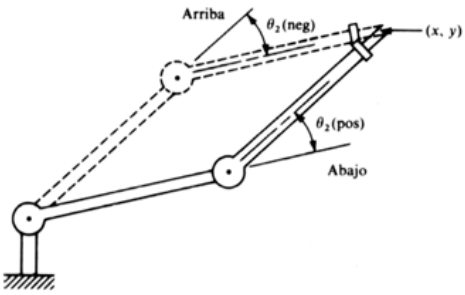

Figura 3: El brazo en un punto (x,y) indicando dos posibles configuraciones para conseguir la posición (Groover et al., 1989)

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 4), es decir, ángulos negativos, o bien, si el sentido es antihorario, entonces los ángulos son considerados positivos, como se ve en la Figura 5. 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).

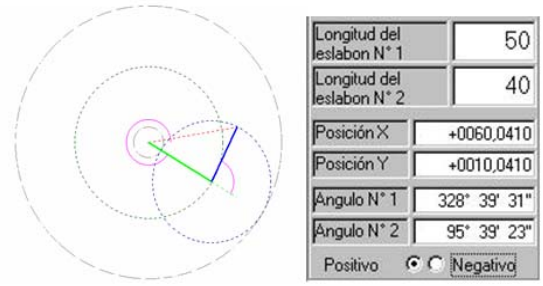

Figura 4: Presentación de la pantalla de inicio del programa de simulación para ángulos positivos.

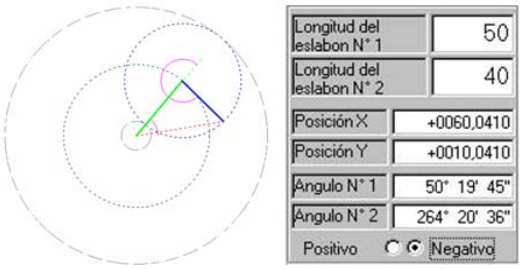

Figura 5: Presentación de la pantalla de inicio del programa de simulación para ángulos negativos

V: Uso del programa en una clase

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.
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 (Anexo 1) y los resultados obtenidos se corresponden con los siguientes ítems:

- *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.

- *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.
- *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.
- *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. (CACIC 2006).

Para la encuesta se recreó a ficha de evaluación de software educativo de García (2003), porque en el contexto educativo, las situaciones de aprendizaje con computadoras que pueden considerarse más idóneas son aquellas que permiten al sujeto una actividad estructurante, actividad guiada por el profesor, con la colaboración de otros compañeros, situaciones que se centran en un contenido determinado de las materias del currículum 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 de los alumnos sobre los contenidos a tratar y situaciones integradas con el resto de las situaciones educativas.

VI. 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 (Odorico *et al*., 2006)

"*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 permite ver los inconvenientes, las trayectorias, la viabilidad del diseño y garantizan su aplicación. 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. Mediante el material presentado el estudiante debe poder:

identificar los conceptos clave y sus interrelaciones con otros, apropiarse del material según el estilo propio de aprendizaje, estructurar lo aprendido en los ejercicios y poder transferir lo aprendido. Constituye un punto de partida, para que los alumnos de carreras de grado cuenten con una herramienta flexible y dinámica para estudiar problemas similares, relacionados con el diseño, la construcción y la utilización de robots industriales.
Este enfoque muestra que es posible lograr: 1) 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, 2) Una mayor motivación y satisfacción en el aprendizaje por parte de los alumnos y 3)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.

En lo que respecta a futuras líneas de investigación, estas estarían centradas en: Diseñar estrategias para docentes que deseen aplicar y/o diseñar software didácticos 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 y 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.

VII: Referencias

Angulo Usategui, J. (2000). *Robótica Práctica Tecnología y Aplicaciones.* Paraninfo. Madrid

Astiz, M., Medina, P. Montero Y Pedrosa, M. (1999).”*Taller Internacional de Software Educativo*” TISE. Universidad de Chile. 1 y 2 diciembre.

Bermejo, S. (2003). *Aprendizaje basado en proyectos robóticos*. Disponible en:http://www.vgweb.upc-vg.eupvg.es.

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.

Cabero, J. (2000) *Nuevas tecnología aplicadas a la educación*. Síntesis. Madrid.

Cabero, J. (2000) *Tecnología Educativa*. Síntesis. Madrid.

Castro, M. (1999). *Simulación en Ingeniería Eléctrica y Electrónica*. Disponible en:www.mundoelectrónico.com/sumaris/1999/sum_me_301.html.

Cataldi Z. (2001). *Diseño y Evaluación de Programas Didácticos Hipermediales*. Tesis para el Magíster en Docencia Universitaria. Universidad Tecnológica Nacional. Regional Buenos Aires.

Garcia, A. (2003). *Medios Informáticos.* Disponible en: http://www.web.usal.es/anagv/ arti5.htm.

Groover, M; Weiss, M; Ángel, R. Odrey, N. (1989) *Robótica Industrial.* Mc Graw Hill. Madrid.

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. (2005c).*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. (2007). La robótica: Criterios de implantación de un robot industrial. WICC 2007 WICC 2007.UNPSJB Trelew, Chubut, Argentina.

Odorico, A., Lage, F., Cataldi, Z. (2006). La robótica: Aspecto clave de la producción moderna

vista desde una perspectiva pedagógica. CACIC 2006. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. 1º de Octubre de 2006. San Luis.
Sánchez Colorado, M. (2003). Implementación de Estrategias de Robótica Pedagógica en las Instituciones Educativas. Disponible en: ttp://www.eduteka.org/RoboticaPedagogica.php.
Sánchez Colorado, M.(2003). Ambientes de Aprendizaje con Robótica Pedagógica Disponible en:http://www.eduteka.org/RoboticaPedagogica.php.

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 improcedente?	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