

ROBOTICA, ECONOMIA & EDUCACION

DAVID G MAXINEZ¹, FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RANGEL²,
LETICIA CERDA GARRIDO³

Departamento de Ingeniería en Computación, Universidad Nacional Autónoma de México (Av. Rancho Seco, Esq. Central, Mexico D,F.

Universidad Autónoma Metropolitana
Av. San Pablo No. 180 Col Reynosa Tamaulipas
Delegación Azcapotzalco C.P. 02200 México D, F.
Mexico D, F.

Colegio de Ciencias y Humanidades Azcapotzalco
Delegación Azcapotzalco C.P. 02200 México D, F.
Mexico D, F.

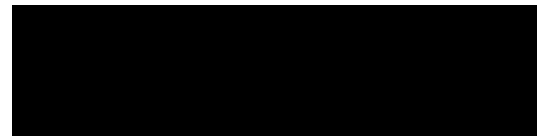
david.maxinez@yahoo.com.mx, fjsr@correo.azc.uam.mx, lcg100667@hotmail.com

Resumen: Se describe el panorama actual de la robótica educativa “el estado del arte” su concepto, su evolución sus nichos de oportunidad, académicos y empresariales y la importancia que tiene en la enseñanza y la divulgación académica. Muestra que el desarrollo de materiales educativos automatizados de alta tecnología influyen en el proceso de enseñanza-aprendizaje y que la comunicación entre máquinas y humanos es una realidad.

Palabras clave: robots, tecnología, innovación, didácticos, educación, robótica, constructivismo

1. Introducción

Celulares, satélites, computadoras personales, televisores de alta definición, robots, dispositivos de telecomunicaciones...etc., son tan solo algunos ejemplos del avance tecnológico actual. Los estudiantes, de, preescolar a profesional, interactúan con este tipo de aplicaciones, paradójicamente, con o sin el conocimiento de la función interna del aparato, es decir, para su uso y manejo solo basta el entendimiento a nivel sistema “Entrada-Salida”, dicho mas explícitamente, aprender-haciendo.



espacio de 1×10^{-9} , sin embargo para el usuario final estos avances serán transparentes.

2. Antecedentes

Con la invención del transistor en 1947 [2] y el posterior desarrollo del circuito integrado “chip” por Jack S.T Clair Kilby en 1958 [3] inicio un proceso de reducción en el tamaño de las aplicaciones. En la década de los 80's el desarrollo de los circuitos integrados denominados VLSI “circuitos integrados de muy grande escala de integración” [4] que tenían mas de 100,000 transistores empotrados en una base de silicio, permitían el desarrollo de sistemas electrónicos complejos: maquinas expendedoras de café, equipo de diagnostico, ignición electrónica de automóviles, cajas registradoras y pequeños misiles “weapons” son solo un ejemplo. En el 2002 la microelectrónica en todo su apogeo permitía integrar en un solo chip con tecnología de 0.12 micrómetros (um), 60 millones de transistores, para el 2012 mas de 2000 millones de transistores en un solo circuito integrado, cifra que pronto se podrá triplicar con el desarrollo de la nanociencia. La integración de millones de transistores en un dispositivo de

silicio, no solo permitió la reducción del espacio físico sino también, bajo el costo de las aplicaciones.

- En 1970 una computadora PDP9 tenía un costo muy elevado. En el 2012 una computadora con capacidad de procesamiento de 2 GHZ , memoria incluida de 4 GB tiene un costo de aproximadamente \$ 300 dls.
- En 1970 las computadoras eran utilizadas exclusivamente por técnicos y científicos. En el 2012 las computadoras son utilizadas por niños desde el niveles de primaria y secundaria hasta llegar al entorno familiar.
- En 1970 el diseño de circuitos integrados es realizado por personas con amplios conocimientos en; física de semiconductores, materiales, procesos de fabricación, diseño de circuitos y diseño de sistemas. En el 2012 el diseño VLSI puede realizarse a través de herramientas CAD “diseño asistido por computadora” y puede ser realizado por estudiantes de nivel preparatoria o técnicos calificados.
- En el 2012 la creación de chips bioinspirados y nanobots dentro del cuerpo humano, dejaron de ser ciencia ficción para convertirse en una realidad con la que el ser humano aprenderá a convivir [5]

2.1 Robots

Desde la antigüedad el hombre siempre a buscado la forma de diseñar mecanismos inteligentes que de una u otra forma puedan influir en el desarrollo y comportamiento del ser humano, los egipcios y los griegos desarrollaron sistemas manuales o hidráulicos para mover parcialmente extremidades de sus ídolos “dioses”, controlados mecánicamente para fascinar a los adoradores de los templos, posteriormente los hombres buscaron la forma de desarrollar maquinas encargadas de hacer el trabajo repetitivo y desgastante del ser

humano; la palabra robot tiene su antecedente a partir de la palabra checa robota , que significa servidumbre o trabajo forzado, establecido por el dramaturgo Karl Capek en 1921 en su obra dramática “Rossum`s Universal robots/R.U.R “[6], sin embargo se debe al célebre escritor de ciencia ficción Dr. Isaac Asimov a finales de la década de los años treinta quien establece el termino de robótica[7], como la ciencia encargada del estudio de los robots, posteriormente el termino se extiende y se establece como el campo encargado del estudio de la tecnología robotizada que considera aspectos de: diseño, manufactura y aplicación, combinando para su desarrollo disciplinas como mecánica, matemáticas, control, electrónica, computación, etc., actualmente la robótica se encuentra inmersa dentro del concepto denominado “mechatronica”, sin embargo el desarrollo de maquinas que asemejan las funciones del ser humano no deben de limitarse solo al aspecto físico, sino también, considerar los aspectos de programación e inteligencia artificial, tal es el caso de los **ro-BOTS** , entidades artificiales programadas que pueden desarrollarse dentro de un ambiente físico o virtual, por ejemplo los BOTS conversacionales que puedan mantener una conversación lógica humana, el avance ha sido considerable y el limite, controlado por el test de Turing [8], que con lleva al interlocutor a no asegurar si mantiene una conversación con un ser humano o bien con un programa informático.

3 Problemática actual

3.1 Robótica

La tendencia en tecnología robotizada propia de los países industrializados y altamente necesaria en los naciones de tercer mundo para evitar el rezago tecnológico: que limita su crecimiento y su capacidad de investigación, ha hecho que múltiples universidades de América Latina, publicas y privadas

incorporen dentro de su oferta educativa las carreras de Mecatronica, Biónica, Telemática e inclusive especialidades en robótica, en México, aunque tradicionalmente han existido tópicos o algunas asignaturas sobre robótica o control avanzado en los niveles de posgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México o del Instituto Politécnico Nacional, no es suficiente, ni siquiera el inicio para poder; no competir, sino entender, el mundo de aplicaciones que se desarrollan a nivel mundial y no solo en el aspecto académico sino también en el empresariales, en punto y aparte el desarrollo tecnológico de la milicia que parecería inspirado e influenciado por tecnologías no de este mundo,

Sin embargo la visión universitaria no basta, existen otros dos factores determinantes para un crecimiento: primero, el personal calificado y segundo el costo de equipamiento. En el primer caso es muy poco, quizá nulo, considerando la cantidad de habitantes y universidades de nuestro país, esta escasez como consecuencia de una, no visión, política gubernamental, inapropiada, que no estimula, dirige o corrige de forma adecuada, entre otros aspectos: el conocimiento bien remunerado, el bajo nivel académico profesional, la falta de proyección y movilidad estudiantil hacia estudios de maestría y doctorado, entre otros. Este primer factor cubierto mediante expectativas meramente mediáticas y paliativas; echa mano de profesionales de áreas afines, para cubrir un campo de estudio que requiere de una atención especial llena de oportunidades, pareciera que nuevamente seremos los eternos espectadores.

El segundo factor es aun más complicado, depende de la economía y del poder adquisitivo del usuario, pues el elevado costo del equipamiento altamente sofisticado, que además requiere del espacio físico necesario no solo para su instalación sino también para su maniobrabilidad, este

factor en un país de tercer mundo es un verdadero problema, las universidades requieren de un espacio no planeado para esta tendencia tecnológica.

3.2 Tecnología

El desarrollo de productos tecnológicos de índole educativa, específicamente mecanismos inteligentes como el caso de los robots han abierto un nuevo campo de investigación, que poco a poco se han apoderado del mercado educativo, industrial y de consumo. Es evidente que en el futuro nuestros hijos convivirán con máquinas cada vez más inteligentes, la interfase entre humano y maquina es una realidad, es el paso inevitable que se esta dando y esto gracias al avance en las telecomunicaciones, la magia de los efectos especiales, la tecnología de la animación, los videojuegos, la inteligencia artificial, la computación, la microelectrónica y nanotecnología, etc....son tantas las áreas de investigación mezcladas en una aplicación, que nos sorprende lo que se puede hacer y se hace sin siquiera saber realmente lo que esta pasando.

Actualmente esta integración tecnológica incorporada dentro de las aulas escolares en diversas aplicaciones y formas "internet, multimedia, robótica, las TICS "...etc no solo cubren los aspectos de investigación, sino también promueve el desarrollo de nuevos productos y sienta las bases para un desarrollo económico en los países de primer mundo.

4 ROBOTICA EDUCATIVA

La robótica educativa se centra en un conjunto de actividades pedagógicas que desarrollan en el estudiante habilidades cognitivas [10], mediante la construcción y programación de robots, fabricados y diseñados para manipularse de forma didáctica.

Pero, ¿que significa? Fabricados y diseñados para manipularse de forma

didáctica. El concepto es muy simple, son sistemas o entidades pre-ensambladas de fácil construcción con las que se puede interactuar, los robots educativos pueden ser utilizados por estudiantes, de primaria hasta posgrado y en diversos entornos: enseñanza, investigación, socialización...etc.

El desarrollo de robots educativos se basa en una novedosa propuesta que considera aspectos muy importantes:

- Programación totalmente interactiva mediante interfaces visuales de alto nivel, pero fácil manejo.
- No se requiere programación especializada, se utilizan bloques ilustrados que no incorporan conceptos de ingeniería.
- Se utilizan estructuras simples y adaptables para la construcción y armado de robots y sistemas mecatrónicos
- Basan su aprendizaje en el concepto aprender-haciendo "constructivismo".

Los robots educativos tienen una estructura de control muy simple a diferencia de un robot industrial, cuentan con una microcomputadora o microcontrolador dentro de un espacio muy reducido, comúnmente llamado "cerebro del robot" en analogía con el cerebro del ser humano, La comunicación con el robot se realiza mediante una conexión física o virtual desde una computadora externa, es decir, los usuarios programan la rutina que el robot debe de realizar mediante bloques o instrucciones simples, observables en el monitor de la computadora y posteriormente envían la información al cerebro del robot a través de un cable de conexión "interfase", tan simple como una conexión local "WIF" tecnología incorporada en las computadoras actuales y el aspecto más importante, los robots educativos se construyen con piezas de plástico que pueden ser fácilmente manipuladas en un salón de clase.

El crecimiento exponencial de estas estructuras didácticas ha estrechado relación escuela-industria "las empresas requieren de la incorporación de nuevas tecnologías y nuevas ideas dentro de sus desarrollos comerciales "tal es el caso del grupo LEGO y el Instituto Tecnológico de Massachusetts MIT, vinculados en el primer desarrollo del set de tecnología educativa LEGO Mindstorms, sistema de invención robotizado "Robotics Invention System" comercializado a partir del mes de septiembre de 1998. LearningLab en el MIT Media Laboratory, se centra en el desarrollo de nuevas tecnologías de aprendizaje y el desarrollo de nuevas teorías sobre el juego de los niños, el aprendizaje y la creatividad. [11]. Debemos de recordar que el MIT es considerado como la mejor escuela de ingeniería a nivel mundial.

4.1 Constructivismo

Jean William Fritz Piaget el celebre epistemólogo, en una de sus varios estudios afirma que la lógica, base del pensamiento, inicia antes que el lenguaje y se adquiere a través de las acciones sensoriales y motrices del bebé, mediante una interacción e interrelación con su medio ambiente sociocultural, esta observación introduce la teoría de la inteligencia sensoriomotriz, que describe el desarrollo casi espontaneo de una inteligencia practica que se obtiene en la acción [12]. En su estudio La psicología de la inteligencia (1947) postula que la lógica es la base del pensamiento y que en consecuencia la inteligencia es un término genérico para designar al conjunto de operaciones lógicas para las que está capacitado el ser humano, posteriormente desarrolla la teoría en la cual se establece que el aprendizaje se obtiene a través de varios ciclos o estadios de desarrollo, actualmente conocidos como estados cognitivos, en donde el ser humano asimila en base aun concepto, esta idea, basada en los estudios de James Mark Baldwin, "adaptación por asimilación y

acomodación en base a la retroalimentación”.

En esencia el constructivismo es una corriente didáctica basada en la necesidad de entregar al alumno herramientas que le permitan crear formas propias para resolver una situación, un problema llevado a un punto crítico, tal que, hará que su pensamiento sea no lineal sino en constante movimiento lo que provoca que el alumno tenga un papel activo, consciente y responsable de su propio aprendizaje y los resultados serán los conocimientos que el alumno pueda construir a lo largo del proceso de desarrollo de solución al problema. En la robótica educativa este punto crítico se presenta en el diseño y desafío de “escenarios “. La construcción del conocimiento se efectúa sobre hechos e ideas que el alumno ha obtenido y junto con la integración de algunos conceptos, este logra ir formando un nuevo conocimiento, que es el objetivo final.

5. EDUCACION

Desde nuestra postura de adultos y educadores criticamos y añoramos los tiempos pasados, cuando quizá el conocimiento y la forma de enseñar deberían de adecuarse a los nuevos descubrimientos y a la época en la que viven las nuevas generaciones. Así nuestra atención debería estar centrada en como utilizar los nuevos dispositivos y materiales didácticos, es decir buscar nuevos métodos de enseñanza que permitan adecuar las condiciones para la obtención de nuevas habilidades que vuelvan más prácticos y menos apáticos y perezosos a los estudiantes.

4.1 Técnicas didácticas

En los tiempos actuales el profesor ha venido añadiendo estrategias que permiten en el alumno desarrollar nuevas habilidades para integrar una base de conocimiento general. Se ha comprobado que introducir al estudiante, en un ambiente real donde

pueda ser el protagonista de la aplicación lo lleva aún aprendizaje efectivo con mayor retención del conocimiento. Esta característica “dentro de la robótica educativa “ resolver un problema dentro de un entorno real “ hace que la técnica didáctica ABP “ aprendizaje basado en problemas” sea ideal para el aprendizaje , ensamblado, programación y control de robots.

ABP, es una técnica didáctica que utiliza elementos del mundo real para describir situaciones de la vida cotidiana significativas y contextualizadas, se basa en el aprendizaje enfocado y experiencial (aprender-haciendo) organizado alrededor de la investigación y resolución de problemas de algún tema en particular, esta técnica, da recursos, guía e instruye a los estudiantes, mientras que ellos desarrollan conocimiento de contenidos y habilidades para resolver problemas, el profesor toma el papel de un tutor, formando grupos pequeños para el análisis y solución del problema, auxiliando en caso de ser necesario. En la robótica educativa la integración y trabajo colaborativo son partes importantes construir y programar requiere de dos áreas afines pero diferentes, mecánica y computación.

En el ABP el problema debe de plantear un conflicto cognitivo y debe de ser de alguna manera motivador y lo suficientemente complejo, para despertar el interés y la participación colaborativa de los miembros del equipo. Dentro del entorno de la robótica educativa el reto consiste en desarrollar el escenario que despierte el interés, la curiosidad y la creatividad para construir y programar un robot. No obstante y sin embargo el objetivo real no está en resolver el problema sino en que éste sea el medio para reconocer los temas que requerirán estudio, es decir significa que el problema sirve

para que los alumnos cumplan los objetivos de aprendizaje. La idea general de esta técnica consiste en tres pasos: confrontar el problema; realizar estudio independiente, y regresar al problema [16]. El ABP hace hincapié en la adquisición de conocimientos y no en la memorización, los alumnos elaboran un análisis de sus propias necesidades de aprendizaje y van desarrollando un método propio para adquirir el conocimiento, esto es parte del proceso de interacción para entender y resolver el problema; mientras identifican y ofrecen soluciones adecuadas que fortalecen el pensamiento crítico [17].

6 ECONOMIA

El desarrollo e innovación de nuevos materiales didácticos que introducen tecnología de vanguardia, es una necesidad creciente, estructurada en base a la teoría del constructivismo, como se dijo anteriormente “sostiene la idea de que el niño crea su conocimiento de forma activa y que la tecnología y la educación deben de facilitarle las herramientas que le permitan realizar las actividades que impulsen su desarrollo”. El matemático sudafricano Seymour Papert, compañero de Jean Piaget, interesado en el desarrollo de la mente infantil y la adquisición de su conocimiento, formó parte del grupo creador del software educativo Logo (lenguaje de programación), herramienta utilizada para enseñar programación y es autor del libro *Mindstorm: Children, Computers and Powerful Ideas*, donde muestra el uso de la tecnología computacional para impulsar el aprendizaje. Esta publicación es el origen del acercamiento entre el presidente del Grupo LEGO y el grupo de epistemología y aprendizaje del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) dirigido por el Dr. Mitchel Resnick, creadores del exitoso Programmable Brick, unidad de control del sistema Robotics Invention System, conocido como “ladrillo

programable RCX”, y sobre el cual se sustenta los desarrollos de la robótica educativa del grupo Lego, Figura 1.

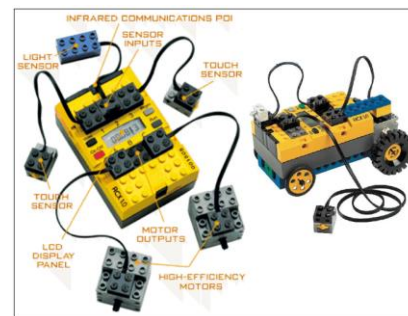


Figura 1.- Ladrillo programable RCX

La integración del grupo Lego y el tecnológico de Massachusetts, es una muestra de la sinergia creada entre un grupo empresarial y un grupo académico, con beneficios para ambos. El desarrollo del ladrillo programable RCX en 1998 sobre el que se desarrolla el juguete didáctico da origen a una nueva división dentro del grupo denominada Lego Mindstorms For Schools, “Lego Mindstorm para la escuela” con su propia área de oportunidad.

Inicialmente Lego, financiaría al grupo de epistemología y aprendizaje del MIT sobre el estudio de nuevas teorías o corrientes de aprendizaje, Lego exploraría los resultados obtenidos para generar ideas sobre la comercialización de nuevos productos, sin el pago de regalías. Lego Mindstorm For Schools actualmente no es solo un producto de desarrollo sino una línea didáctica enfocada a la educación y que genera equipo de robótica, neumática y energía solar entre otros. Actualmente el Grupo Lego realiza donaciones y financiamiento para el desarrollo de nuevos productos en 1999 el grupo otorgó fondos por \$ 5 millones de dólares al Learning Lab at the MIT Media Laboratory [11].

Caso Lego

Mientras que en 1996, Lego, firma danesa fundada en 1932, ocupaba el

primer lugar en el desarrollo de juguetes, su competencia directa MEGABLOKS fundada en 1967 en Montreal Canadá, se expandía durante 1997 a América Latina y Europa, logrando entre 1999 y el 2003 duplicar sus ventas, la razón, el uso de materiales plásticos de menor precio. Este competidor entre otras cosas provoco la desestabilización en el mercado del Grupo Lego, originado un desequilibrio interno que pudo ser de consecuencias funestas y que mantuvo a la compañía al borde de la quiebra. Del año 2000 al 2004 Lego bajo considerablemente sus ingresos, entre 2003 y 2004 tenia perdidas entre 935 y 1931 millones de dólares respectivamente [19]. Esta situación de crisis llevo al grupo a cambiar de director, nombrando a Jorgen Vig Knudstorp quien inicia una reestructuración de la compañía, estableciendo plantas de producción en México y la República Checa y el lanzamiento de nuevas líneas de juguetes como Mindstorms, las cuales muestran resultados positivos en los años siguientes tabla 2 y son evidencia de la efectividad de su implementación. El desarrollo de materiales educativos es ahora un factor importante en la generación de empleo.

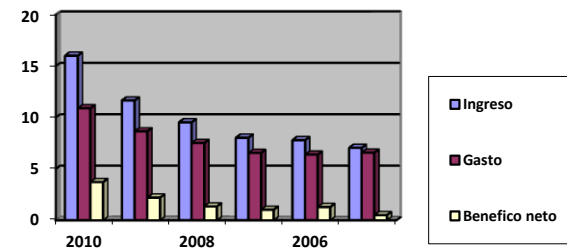


Tabla 2: Reporte financiero grupo Lego

La innovación y tecnología aplicada es uno de los pilares del crecimiento de Lego que la mantienen como una de las empresas líderes de mercado, su crecimiento va de la mano con sus alianzas estratégicas formalizadas con el MIT. Un factor importante dentro de

esta recuperación económica es la generación de empleos, para el 2010 la cantidad de personal de tiempo completo en esta empresa fue de 8,365 empleos, situación totalmente opuesta a la cantidad de personas que habían perdido el trabajo durante la crisis, tabla 3.

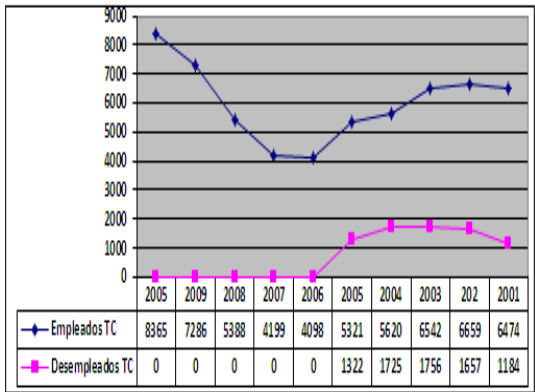


Tabla3. Lego y generación de empleo

6.1 Plataformas Tecnológicas

La innovación permanente de las nuevas estrategias de venta en la industria han permitido la creación de materiales didácticos concurrentes hacia un nuevo concepto “Robótica Educativa” que ha dado origen a diversas plataformas tecnológicas, facilitando la investigación y aprendizaje.

Meccano

Meccano de Francia[20], en sus inicios , con la leyenda “Meccano lo hace fácil” desarrolla un kit de 15 piezas metálicas , patentado en 1901 por el Ing. Frank Hornby y comercializado en la segunda revolución industrial, explota un concepto original, la creación y ensamblado de sistemas mecánicos sujetos mediante tornillos y tuercas.

Esta idea que se ha venido adaptando a los cambios tecnológicos a través de varias generaciones a logrado el ensamblado de estructuras mecatrónicas que incluyen motores accionados manualmente o mediante un control remoto inalámbrico. Los desarrollos de última generación incluyen la construcción de Robots “programados y

controlados a través de una computadora dentro de un entorno local Wi-Fi , o de manera internacional mediante una “red globalizada “, figura2



Figura 2.- Desarrollos actuales grupo Meccano

Nao

El robot Nao [21] producto francés de la firma ALDEBARAN Robotics, es un robot que puede programarse mediante bloques a través de una interface grafica de fácil conceptualización. Cuenta con 25 grados de libertad, que hacen que el robot humanoide pueda caminar, bailar y hasta jugar futbol, característica que le permite tener su propia categoría dentro de la liga RoboCup, figura 3.

Nao, socializa e interactúa en el ambiente educativo con niños de diversos grados escolares y en diferentes idiomas, además, puede en conjunto con otros Nao realizar tareas en equipo o de forma colaborativa. En el ambiente universitario puede ser utilizado con fines de investigación en los campos de: visión artificial, redes neuronales, lógica difusa, inteligencia artificial...etc.



Figura3.- Versiones del robot Nao

6.2 Nuevas plataformas

El auge en el desarrollo de líneas didácticas se ha incrementado en los últimos años, las empresas en sinergia con universidades han desarrollado sistemas didácticos educativos: Eitech [21], Fishertecnich [22], Lego [23], VEX Technology [24], Bioloid Robotics [25], Tetrix [26]...etc.

Sin embargo hay un común denominador, los equipos aún son caros para los países en vías de desarrollo tabla 4, considerando el costo que significa atender a 40 o mas estudiantes en un salón de clase, los equipos didácticos son adecuados para trabajar en equipos de 2 o tres personas.

Tecnología	Costo
Lego NXT	380 dls
Lego Tetrix	902 dls
Meccano Wi-Fi	387 dls
Bioloid Beginner	411 dls
Bioloid Comprehensive	1065 dls
Bioloid Premium	1341 dls
Bioloid GP	3278 dls
VEX Technology	1149 dls

Tabla 4. Costo de los sistemas de desarrollo “datos al 28 mayo 2012”

7 CONCLUSIONES

El desarrollo en robótica educativa se encuentra en sus inicios en América Latina por lo que es importante que las universidades formen cuadros de alto nivel tecnológico que logren impactar en las carreras y licenciaturas relacionadas con la mecatronica.

Deben de buscarse los mecanismos para estrechar el vínculo entre universidades y empresas con el objeto de desarrollar productos innovadores enfocados a la educación.

El costo de los materiales educativos de nueva generación aun son elevados, por lo cual debe de pensarse en desarrollar

software virtual e interactivo como método de enseñanza [1][17]

Desde el punto de vista emprendedor, se presenta una oportunidad y nicho de mercado irresistible en lo que respecta a la propiedad intelectual, la incubación de empresas y el desarrollo de prototipos comerciales.

Referencias

[1] David G Maxinez & Jessica Alcalá Jara (2002), VHDL el arte de programar sistemas digitales, Software Interactivo, CECSA, ISBN 970-24-0259-X

[2] <http://mediciones-elec-elec.blogspot.es/>

[3] <http://www.ti.com/corp/docs/kilbyctr/jackbuilt.shtml>

[4] Mead, C. y Conway, L. (1980). *Introducción a los sistemas del VLSI*. Addison-Wesley. ISBN 0-201-04358-0.

[5] Drexler, Eric (2002), *Engines of Creation*, Random House Inc, ISBN 13:9780385199735

[6] http://en.wikipedia.org/wiki/Karel_%C4%8Capek,

[7] http://cfievalladolid2.net/tecnoc/ctrl_robotica/intro.htm

[8] A. M. Turing (1950) Computing Machinery and Intelligence. *Mind* 49: 433-460.

[9] <http://www.microsoft.com/presspass/press/2006/Oct06/10-12ColloquisAcquisitionPR.mspx>

[10] Vonèche, J.J. (1985). Genetic epistemology: Piaget's theory. [Epistemología genética: la teoría de Piaget] *International Encyclopedia of Education*, Vol. 4. Oxford: Pergamon.

[11] <http://web.mit.edu/newsoffice/1999/ego-1027.html>

[12]

<http://www.psicodiagnosis.es/areagen/develop/developdelainteligenciasegunpiaget/index.php>

[13] Francisco Santillán Campos. *El Aprendizaje Basado en Problemas como propuesta educativa para las disciplinas económicas y sociales apoyadas en el B-Learning*. Centro Universitario de Los Valles, Universidad de Guadalajara, México

[14] AUSUBEL, D. (1976): *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo*. México, Ed. Trillas.

[15] Mathel, Maine, *Pirámide del aprendizaje "Tasa promedio de retención"*, USA

[16] Centro Virtual de Técnicas Didácticas. Investigación e Innovación educativa. Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey http://www.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abp/abp.htm

[17] Patricia Morales Bueno y Victoria Landa Fitzgerald. *Aprendizaje basado en problemas*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Departamento de Ciencias, Sección Química, Lima, Perú

[18] [10] Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo. Vicerrectorado Académico, Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey (2004). *El Aprendizaje Basado en Problemas como técnica didáctica*. [Disponible en <http://www.ub.es/mercanti/abp.pdf>]

[19] Lego Grup USA. Annual report 2005, 555 Taylor Road P.O.Box 1600, Enfield.Ct 06083-1600 USA, Tel +1 860 749 2291, www.LEGO.com

[20] www.meccano.com

[21] <http://www.roboticagre.com/html/conoce.html>

[22] <http://www.fischertechnik.de/en/home.aspx>

[23]<http://mindstorms.lego.com/en-us/Default.aspx>

[24]<http://www.vexrobotics.com/>

[25]<http://www.trossenrobotics.com/p/bioloid-premium-robot-kit.aspx>

[26]<http://www.tetrixrobotics.com/>