

LA APLICACIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO EN LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA **“Fomento a la Investigación Educativa”**

Raúl Ibarra Quevedo¹
Miguel Angel Serrano López¹
Rosa Isabel Hernández Gómez¹
Maria Guadalupe Arteaga Bouchan¹

Resumen — El método científico auxilia constantemente al hombre no sólo en la investigación elevada sino en sus problemas cotidianos, aunque a veces lo ignora y en otras se resiste a reconocerlo. No es aventurado afirmar que el método comenzó a plasmarse en la mente del hombre desde que éste contó con algunas facultades mentales elevadas, aunque en opinión de investigadores e historiógrafos fue hasta Galileo (1564-1642), hace 300 años, cuando se constituyó en algo importante, y de 150 años a la fecha ha sido ya una fuerza incontenible que afecta nuestra vida, organización política, social, económica y prácticamente todo proceso histórico de la humanidad, y nada como ilustrarlo con la aplicación del método científico (como una alternativa de enseñanza del NME-IPN) en los programas de Ingeniería, como es el de la Robótica .

Palabras Clave – método científico, robótica, educación.

I. INTRODUCCIÓN.- Un robot puede ser visto en diferentes niveles de sofisticación, depende de la perspectiva con que se mire. Un técnico en mantenimiento puede ver un robot como una colección de componentes mecánicos y electrónicos; por su parte un ingeniero en sistemas puede pensar que un robot es una colección de subsistemas interrelacionados; un programador en cambio, simplemente lo ve como una máquina que ha de ser programada; por otro lado para un ingeniero de manufactura es una máquina capaz de realizar una tarea específica. En contraste, un científico puede pensar que un robot es un mecanismo el cuál él construye para probar una hipótesis. Debido al alto costo que representa el automatizar y robotizar un proceso de producción, la tendencia actual en Robótica es la investigación de micro robots y robots móviles autónomos con un cierto grado de inteligencia, éste último es el campo en el que se basa la presentación de este trabajo de investigación, los cuales tienen un menor costo , pero con características semejantes a su contraparte industrial, tal como transporte de materiales, detección con diferentes tipos de sensores y reacción al medio circundante.

ESTADO DE ARTE.- El sistema de educación superior en México comenzó a interesarse en la Robótica al inicio de la década de los 80's, apareciendo los primeros prototipos de robots manipuladores en Instituciones como la DEPMI-UNAM, el ITESM-MTY y el CINVESTAV-IPN (con el robot “ RUL 1° ”, Robot Universal Latino, construido por Raúl Ibarra con asesoría de Dr. R. Lozano). En esa misma década se iniciaron actividades de investigación y de desarrollo en esas y otras instituciones de educación superior. En paralelo con estas actividades



comenzaron a integrarse cursos especializados (Robótica Industrial, Modelado y Control de Robots, Visión Artificial para Robots, Diseño de Robots Manipuladores, Arquitecturas para Programación y Control de Robots, Programación de

1.- IPN ESIME varraraul@yahoo.com.mx rosysabel@netscape.com
masel77@hotmail.com

Robots) en programas de postgrado, esencialmente del área del Control Automático y, de manera más general, en el área de Electrónica. Por la misma época, comenzaron a interesarse otras instituciones trabajando en el área de las Ciencias Computacionales, en donde el interés se dirige hacia aspectos de Inteligencia Artificial y de comunicación “humano-robot”... La comunicación académica y científica trabajando en Robótica, en un par de décadas, ha experimentado un crecimiento importante en cuanto al número de instituciones involucradas, al número de investigadores que la componen y en la cantidad/calidad de los productos que genera (graduados, publicaciones, prototipos, metodologías, etc.), alcanzado un nivel de madurez importante. Esto se puede apreciar en las actividades científicas y académicas publicitadas. El interés que las instituciones del Sector Educativo tienen en la Robótica se manifiesta en la creación de programas de estudios a nivel licenciatura y postgrado. Así, se tiene que se ofrecen las carreras de Ingeniería en Robótica (ESIME-Atzacapotzalco), Ingeniería en Mecatrónica (ESIME-Culhuacán, UPIITA-IPN, Universidad Iberoamericana, Universidad del Valle de México, campus Lomas Verdes), Ingeniería en Cibernética (ULSA, CETYS- Mexicali), postgrado, maestría y doctorado, con orientación en Robótica (CICESE, CINVESTAV, ITESM, DEPI-UNAM, UPICSA, ESIME-Zacatenco, etc.) . Además de diversos programas de especialización, capacitación y diplomados. Es importante destacar que, desde entonces se ofrecen innumerables cursos sobre temas particulares de Robótica en postgrado con orientación en Mecánica, Computación, Electrónica y Control Automático.

II. METODOLOGÍA

OBJETIVOS

1. Dar las bases generales para la creación de un RMA (Robot Móvil Autónomo), para propósitos didácticos. Y dejar, con éste el antecedente para próximas mejoras en su optimización.
2. Crear una motivación para el desarrollo de más proyectos didácticos y su eventual aplicación en la industria.
3. Generar entornos de aprendizaje basados fundamentalmente en la actividad de los estudiantes, i. e. ellos podrán concebir, desarrollar y poner en práctica diferentes robots educativos que les permitirán resolver algunos problemas; además de facilitar al mismo tiempo ciertos aprendizajes.



HIPÓTESIS

Al ser la Robótica una disciplina que es una integración de diferentes áreas del conocimiento, con su dificultad de aprenderla, que radica en la integración de esos dominios diferentes, si se introduce al estudiante en un entorno que impulse la identificación y corrección de errores, la solución de problemas de diferentes niveles, que funcione como una herramienta para construir conceptos y conocimientos, entonces se obtendrán aprendizajes significativos, que permitan la formación del pensamiento lógico, de toma de decisiones y formación permanente del proceso aprendizaje-enseñanza.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

METODOLOGÍA PROPUESTA DE DISEÑO.- Consta básicamente de cuatro etapas: Etapa de Investigación, Etapa de Síntesis Informativa, Etapa de Diseño y Construcción, Etapa de pruebas, Calibración y Control.

a) Etapa de investigación comprende: i) Adquisición de Bibliografía, ii) Búsqueda de las fuentes de información específicas de aquellos elementos que constituyen el prototipo, iii) Investigación de las variables que intervienen en el proceso de control del prototipo y de iv) Adquisición y estudio del software para el desarrollo e implementación de los algoritmos de control. b) Etapa de Síntesis de la Información se basa en la etapa anterior y da como resultado una serie de elementos que son necesarios para el desarrollo de las siguientes etapas del proyecto. c).- Etapa de Diseño y Construcción, en ésta etapa se aplica toda la información que se recaba/consulta y que el diseño del prototipo requiere para el cumplimiento de los objetivos planteados anteriormente. En base a estos lineamientos se construyen las piezas que conforman el prototipo, con el material y componentes adecuados. d).- Etapa de Pruebas, Calibración y Control, ésta es la etapa final, se adoptan las medidas necesarias para alcanzar los objetivos planteados. Se aplican los algoritmos de control y se prueban hasta conseguir el resultado esperado.

Bases para la Creación de un RMA (Robot Móvil Autónomo).- Existen dos grupos de robots: los robots fijos y los robots móviles. Los robots fijos se utilizan en la industria para llevar a cabo tareas peligrosas (soldaduras de chasis o pinturas de las carrocerías en una fábrica de autos). Los robots móviles se emplean para transportar cargas (desde las cadenas de fabricación hasta los almacenes) ó incluso para transportar el correo dentro de las oficinas. La tarea fundamental de los robots móviles es el desplazamiento en un entorno conocido o desconocido. Por tanto, es necesario conocer la posición del robot en su universo de manera precisa o relativa, según sea el caso. La solución para un robot móvil debe ser global, es decir, que no se debe simplemente hacer autónoma una plataforma olvidándose de los útiles que lo equipan. La mayor parte de las investigaciones se concentran en el reconocimiento del entorno inmediato del robot. Sensores



(infrarrojos, ultrasonidos, láser, cámara CCD, etc.) asociados a programas de software específicos que permiten mediante el reconocimiento de formas, optimizar los desplazamientos del móvil. Un robot móvil posee tres funciones fundamentales: 1) locomoción, 2) percepción y 3) decisión.

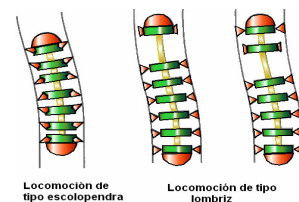
1. *La locomoción.*- La locomoción se descompone en dos partes: la que realiza el apoyo sobre el medio en el que se espera que se desplace el robot y la que permite su propulsión. Esta última incluye motores y los mecanismos que permiten el desplazamiento. Los medios de desplazamiento son numerosos y es conveniente aplicar un tratamiento diferente dependiendo de que el móvil se vaya a desplazar por el suelo o dentro de un determinado medio (avión o submarino).

- Los robots de ruedas u oruga

En el caso de los robots que utilizan ruedas (u oruga) para desplazarse, el cambio de dirección se consigue variando la velocidad de los motores asociados a cada una de las ruedas laterales, o variando la orientación de las ruedas (vehículos automóviles). Este cambio de dirección se muestra en la figura 1. En ambos casos se supone que la suspensión se consigue mediante muelles o directamente gracias a la elasticidad de las ruedas, lo que permite recorrer superficies poco accidentadas.



Figura 1.- Cambio de dirección
Figura 2.- La reptación.



Cambio de dirección



Figura 3.- Constitución general de un robot.

- Los robots con desplazamiento articulado

La mitad de la superficie de la Tierra es inaccesible a los mejores vehículos de ruedas (u orugas), lo que quizá explica por que la naturaleza no ha inventado la rueda... La supervivencia de un animal esta ligada a su capacidad de exploración del medio que lo rodea. Las investigaciones actuales orientan hacia el estudio de la reptación y el desplazamiento sobre dos, cuatro, seis o más patas. El número

de patas determina la complejidad del sistema que las controla. Los sistemas de uno o más patas (como el hombre) no funcionan más que en modo dinámico, mientras que los sistemas de cuatro patas o más permiten un equilibrio estático. La reptación es el medio utilizado para avanzar en una galería. La progresión se efectúa por medio de ventosas o garras, asociadas a un efecto de alargamiento de las articulaciones. La utilización de este tipo de robots para controlar las tuberías en las centrales nucleares ha impulsado la investigación en este sentido. Existen distintos tipos de desplazamiento (véase la figura 2): el tipo de escolopendra, el tipo lombriz y el tipo peristáltico o a fuelle.

2. *a percepción.*- Esta parte del robot es normalmente la más difícil de construir y las investigaciones en este campo utilizan una plataforma de tres o cuatro ruedas para estudiar los problemas de comportamiento. La percepción pasa por dos etapas sucesivas: la lectura de los sensores y el tratamiento de la información. La interpretación, que permite suministrar un mensaje claro a la función de “locomoción”, se desarrolla en la función de “decisión” del robot. Se podría comparar la situación de un robot móvil frente a su entorno con la de una persona ciega que descubriera un lugar nuevo. El robot debe de ser capaz de analizar un objeto localmente y, a continuación, colocar globalmente todos los objetos en sus posiciones relativas. De esta manera, construye un modelo de su entorno a medida que avanza en su exploración. Los sensores mas sencillos se utilizan para el análisis local (los sensores de contacto, los sensores de proximidad con o sin medida, los sensores de luz, los sensores de presión o movimiento), mientras que la telemetría láser o los ultrasonidos permiten el análisis de una imagen sencilla o un movimiento.

3. *La decisión.*- Los datos procedentes de los diferentes sensores deben ser interpretados como otros tantos elementos útiles para la toma de decisiones sobre la acción que hay que llevar a cabo, siendo el objetivo dar las órdenes correctamente a los accionadores, brazos, pinzas o motores de las ruedas. En un robot móvil es necesario asignar prioridades en función de las informaciones recibidas. Por ejemplo, si un sensor de contacto informa de un choque frontal, esta información tiene prioridad sobre un desplazamiento del robot hacia adelante y debe implicar una parada o un desplazamiento en otra dirección. Podemos ver, por tanto, la dificultad que comporta realizar esta función, ya que es la que dará vida al robot. Es en esta fase de la concepción de un robot en la que es necesario proporcionarle alguna forma de inteligencia que le dé la posibilidad de elegir la acción que lleva a cabo. Esta toma de decisiones suele ser arbitraria al comienzo, pero permite desarrollar una forma de aprendizaje que tenga en cuenta los resultados de las decisiones anteriores. Un sensor necesita siempre un mínimo de componentes discretos para poder proporcionar una información que pueda ser tratada por el control, ya este construido con elementos discretos o con microcontroladores. Esto mismo es aplicable al control de motores, que siempre necesitará una interfaz de potencia para proporcionar la corriente requerida por los accionadores. El objetivo de la programación es suprimir la interfaz de toma de

decisiones, que se vuelve muy compleja cuando se emplean varios sensores a la vez, sustituyéndola por un componente único programable. La construcción de un robot requiere diversos conocimientos, de los que la programación no es la más importante. La comprensión de la constitución general de un robot, presentada en la figura 3, muestra claramente que es el conjunto de procesos que conducen a la creación de un robot es una serie de estudios independientes.

LA ENCUESTA

La encuesta que es complemento del método científico que fue aplicada: A nivel de licenciatura, a los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica en la E.S.I.M.E. unidad zacatenco. A nivel posgrado, a los estudiantes de maestría de la Sección de Posgrado e Investigación de la E.S.I.M.E. unidad zacatenco. Se consideró una muestra de población de sesenta personas a nivel licenciatura y de trece personas a nivel posgrado. La población de interés son los alumnos de licenciatura y de posgrado, en el área de ingeniería.

Cuestionario:

Nombre: _____ Escuela _____
Edad: _____ Carrera: _____ Fecha _____

FAVOR DE CONTESTAR LAS SIGUIENTES PREGUNTAS

- 1.- Te interesa la electrónica. a) Mucho b) Regular c) Nada
- 2.- Has cursado materias asociadas a la electrónica. a) Si b) No
- 3.- Te interesan los robots. a) Mucho b) Regular c) Poco
- 4.- Consideras que algún día, los robots serán parte activa de la sociedad. a) Si
b) No
- 5.- Conoces las tres leyes fundamentales para robots según Isaac Asimov. a)
Si b) No
- 6.- Consideras tener los conocimientos básicos o necesarios sobre electrónica, mecánica, programación y diseño de sistemas para poder construir un robot. a) Si
b) No
- 7.- En tu Universidad ó Escuela existe algún programa sobre robótica o mecatrónica
a) Bastantes b) Pocos c) Ninguno
- 8.- Consideras que en México se esta trabajando en robótica. a) Mucho b) Poco
c) Nada
- 9.- Los robots que tantas aplicaciones tiene. a) Muchas b) Regular c)
Nada
- 10.- Te gustaría hacer un robot. a) Si b) No



“Fomento a la Investigación Educativa”

Pregunta	Respuesta	Licenciatura	Posgrado
1 ¿Te interesa la electrónica?	Mucho	38	5
	Regular	21	6
	Nada	1	2
2 ¿Has cursado materias asociadas a la electrónica?	Si	57	8
	No	3	5
3 ¿Te interesan los robots?	Mucho	40	4
	Regular	18	8
	Poco	1	1
	Nada	1	1
4 ¿Consideras que algún día los robots serán parte activa de la sociedad?	Si	57	12
	No	3	1
5 ¿Conoces las tres leyes fundamentales para robots según Isacc Asimov?.	Si	26	4
	No	34	9
6 ¿Consideras tener los conocimientos básicos o necesarios sobre electrónica, mecánica, programación y diseño de sistemas para poder construir un robot?	Si	13	4
	No	47	9
7 ¿En tu Escuela existe algún programa sobre robótica o mecatrónica?	Bastante	2	
	Pocos	41	12
	Ninguno	17	1
	Mucho	2	1

9 ¿Los robots que tantas aplicaciones tienen?

¿Te gustaría hacer un 10 robot?

	Poco	55	12
Nada	3		
Muchas	52		11
Regular	5		2
Ninguna	3		
Si	58		8
No	2		5

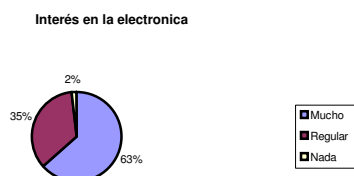
"Fomento a la Investigación Educativa"

El cuestionario sirvió para dar igualdad a la información recabada y la requerida en la investigación presente. Se aplicó un cuestionario mixto que contenía: hechos, actitudes y opiniones. Lo anterior, aunado a que los cuestionarios son instrumentos que deben ser completados por los entrevistados y que no se modifican a la luz de las respuestas, nos dio una certidumbre en la investigación. A continuación se dan los datos de las respuestas del cuestionario, obtenidas de una muestra de personas (alumnos) que se consideró representativa del universo de seres humanos (I.P.N.)

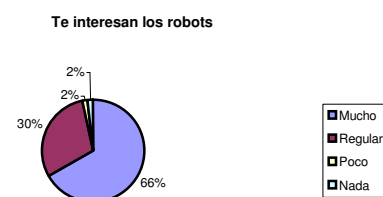
Interpretación Gráfica.- Las encuestas basadas en una muestra adecuada han demostrado ser muy prácticas, ya que nos permiten responder a dos preguntas básicas: ¿Qué cantidad? y ¿En qué medida?. La importancia del papel de encuesta, es que nos permite hacer inferencias sobre el comportamiento o las características del universo o población, a partir de los datos extraídos de una muestra del mismo. Recordemos, por ejemplo, las <llamadas encuestas de salida> que se aplican a una muestra (aleatoria) de la población cada vez que existen elecciones políticas federales o locales en distintos países del mundo. Después de aplicado los cuestionarios, se han tabulado las respuestas, a continuación se hace una análisis, crítica o interpretación de las respuestas del conjunto de personas entrevistadas. Para ello se muestran a continuación la interpretación gráfica de los resultados:

A nivel licenciatura se tiene:

Pregunta 1



Pregunta 3



Pregunta 7

Programa universitarios



Pregunta 8

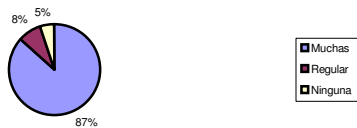
Desarrollo en México



"Enemigo a la cativa"

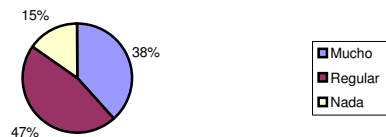
Pregunta 9

Aplicaciones de los robots



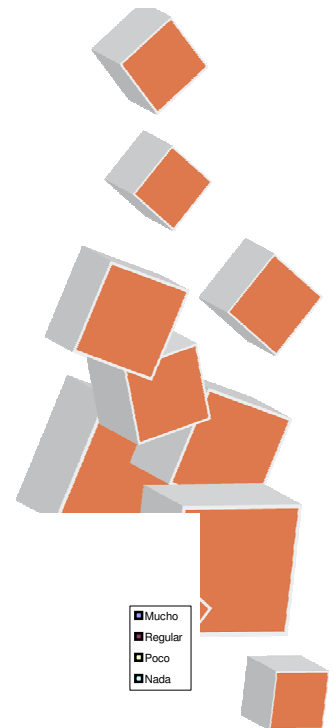
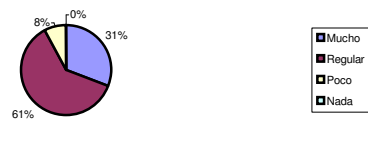
Pregunta 1

Interés en electrónica



Pregunta 3

Interés en los robots



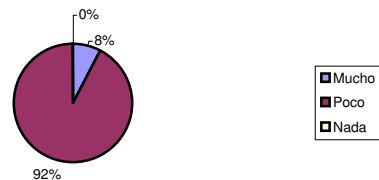
Pregunta 7

Programas universitarios



Pregunta 8

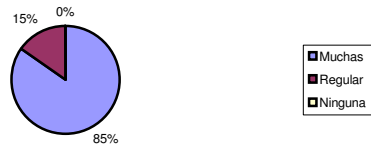
Desarrollo en México



Pregunta 9

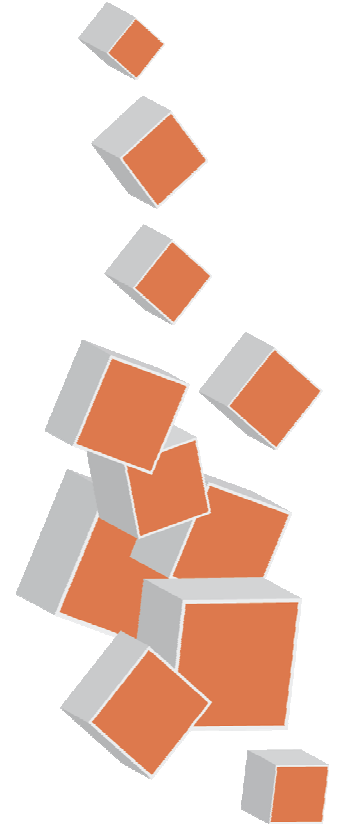


Aplicaciones de los robots



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

“Fomento a la Investigación Educativa”



En el presente artículo se definió la metodología básica y necesaria para realizar un RMA, para propósitos didácticos, ya que involucra en su estructura la mayoría de funciones que otros micro robots no tienen, tales como el censado por luz, infrarrojo, mecánico y ultrasónico, además de incluir su desplazamiento terrestre. De una lectura rápida de algunos reportes de investigación sobre la enseñanza de las ciencias y la tecnología se puede constatar que varias escuelas no han respondido de manera eficaz a las expectativas que se tenían sobre el aprendizaje de estas disciplinas (Mecánica, Electrónica, Informática, Telecomunicaciones), mucho menos sobre el interés que pudieran despertar en los alumnos por su estudio. Empero, la cultura tecnológica que estamos viviendo exige una mayor preparación e interés por el estudio de las ciencias y de la tecnología por parte de nuestros jóvenes estudiantes. Con los datos de la encuesta realizada a estudiantes de la IPN del área de Ingeniería se puede observar que sí existe interés por la Robótica. Por otro lado hay un marcado interés por lo que entienden como robots, dado que tienen la idea de que en un futuro los robots serán algo común en la sociedad. También puede verse que en general no se conocen las leyes fundamentales de la robótica de acuerdo a Isaac Asimov.

En cuanto a la capacidad necesaria para desarrollar robots, se observa la creencia de que no se tiene los conocimientos necesarios para crear robots, e infunde inseguridad en los conocimientos, además se observa que la opinión de los estudiantes es que la Escuela no tiene los suficientes programas sobre este tema. En cuanto a la situación en México en la materia de Robótica, la encuesta muestra que hay desinformación sobre programas académicos, existiendo poco interés sobre esta área en las Universidades, Escuelas o Centros de Investigación. Lo más contradictorio es que todos consideran que los robots tiene una amplia gama de aplicaciones así como también a la mayoría les gustaría desarrollar o hacer un robot pero consideran que no tienen las bases o los conocimientos básicos o necesarios para construir un robot. El material aquí presentado, se intentó que fuera solamente el necesario y que su desarrollo fuese breve, pero claro y preciso; de tal forma que se pudiera asimilar el contenido sin tener que asistir a complicaciones de lenguaje o profundizaciones sin sentido a este nivel.

BIBLIOGRAFIA.

- Jiménez Domínguez Rolando V. (IPN-CIECAS , 2004) “Los Mitos del Método”.
- Mc Comb Gordon (Mc Graw-Hill, 2004) “Constructing Robot Bases”.
- De la Vega Lezama Carlos (IPN, 2004) “Constructing Robot Bases”.
- Ruiz Velasco Enrique (Grupo Editorial Interamericano, 2002) “Robótica Pedagógica”
- Fernández Collado Carlos, Baptista Lucio Pilar, Hernández Sampieri Roberto (Mc Graw Hill, 2002) “Metodología de la Investigación”
- Giamarchi Frederic (Paraninfo, 2001) “Robots Móviles: Estudio y Construcción”
- G. Fred Martin (Prentice Hall, 2001) “Robotics Explorations”
- Templar Richard (Prentice hall, 2001) “Investigar en Internet”
- FG Editores S.A. (Madrid, 2000) “Colección Robots”

www.crya.com.mx/
www.microbotica.org/bienvenidos
www.robodacta.com/
www.automatas.org/mitsubishi.htm
www.webelectronica.com.ar
www.microbotica.es/tower.htm
www.robotics.com

“Fomento a la Investigación Educativa”

