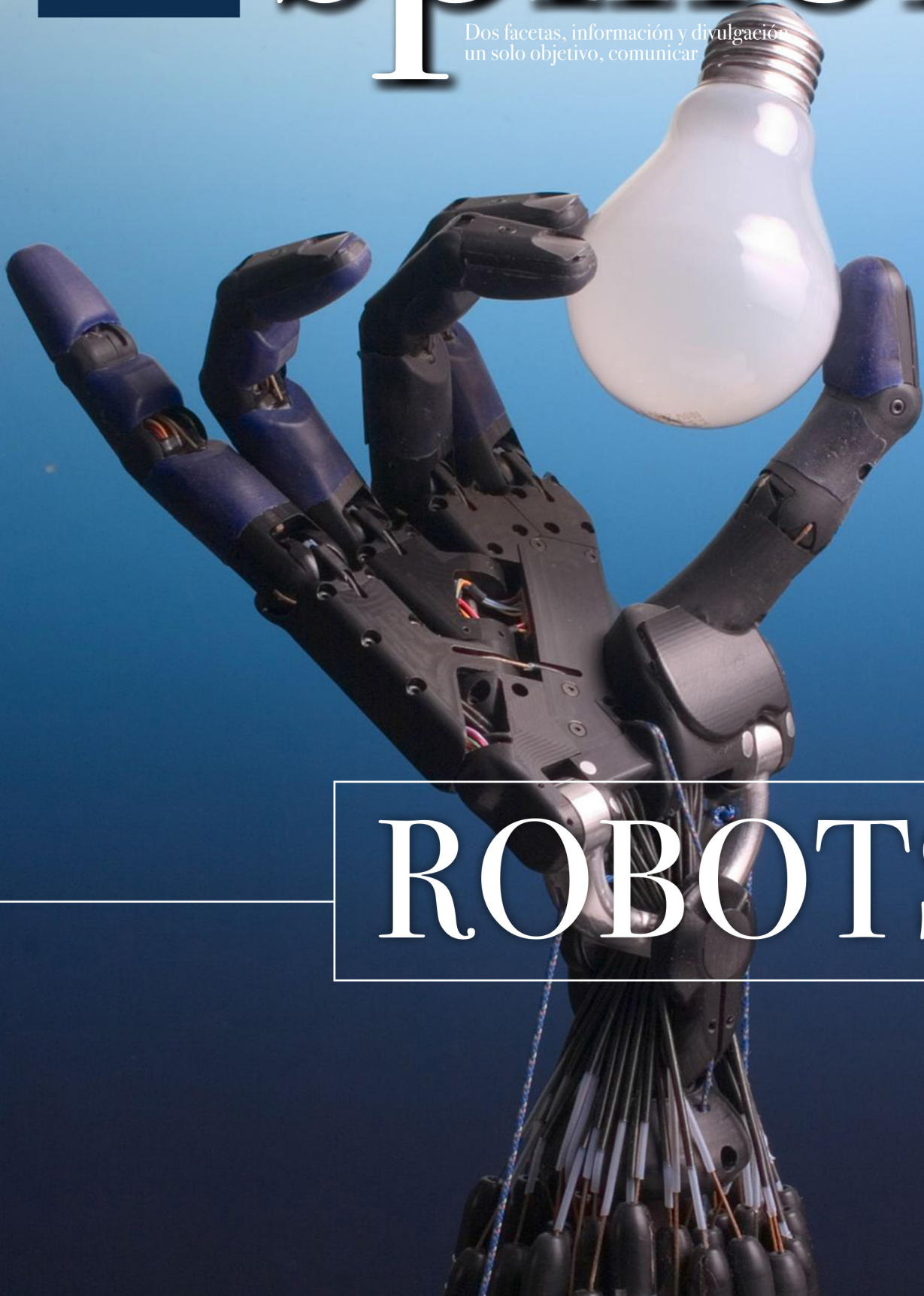




Año 8, núm. 35,
septiembre-octubre de 2017

spinor

Dos facetas, información y divulgación
un solo objetivo, comunicar



ROBOTS

Haciendo Ciencia en la BUAP Otoño 2018

Convocatoria

Con la finalidad de promover la investigación y el interés por los estudios de posgrado entre los estudiantes de licenciatura de la **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**, la **Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado** emite la convocatoria del programa:

Haciendo Ciencia en la BUAP Otoño 2018

Los estudiantes podrán realizar una estancia de investigación durante 8 semanas en las unidades académicas y de investigación de nuestra Institución, colaborando dentro de proyectos de gran actualidad bajo la supervisión de un investigador miembro en activo del Padrón de Investigadores de la BUAP. De esta forma los jóvenes encontrarán una experiencia invaluable que les ayudará a definir su vocación científica, ampliando sus conocimientos y sus opciones para futuras etapas en su formación profesional.

Fechas

- **Registro en línea:** del **3 al 21 de septiembre de 2018**.
- **Recepción de solicitudes:** hasta el **23 de septiembre de 2018 a las 15:00 horas**.
- **Resultados de la selección:** se darán a conocer a los aceptados el **28 de septiembre de 2018**.
- **Duración de la Estancia:** del **1 de octubre al 23 de noviembre de 2018**.

Información comunicarse al **teléfono 2.29.55.00, extensión 5729 de 9:00 a 15:00 horas**

Consultar convocatoria completa en: www.viep.buap.mx

El horario de atención de estudiantes será de **lunes a viernes de 9:00 a 15:00 horas**.



spinor

Dos facetas, información y divulgación
un solo objetivo, comunicar

Revista de la Vicerrectoría de Investigación
y Estudios de Posgrado

Dr. José Alfonso Esparza Ortiz
Rector

Dr. José Jaime Vázquez López
Secretario General

D. C. Ygnacio Martínez Laguna
Vicerrector de Investigación y Estudios de Posgrado

**Dra. Ma. Verónica del Rosario
Hernández Huesca**
Directora General de Estudios de Posgrado

Dr. José Ramón Eguibar Cuenca
Director General de Investigación

Dr. José Eduardo Espinosa Rosales
Director General de Divulgación Científica

Investigación y revisión:

David Chávez Huerta
Heccari Bello Martínez
Laura I. Álvarez González
Ma. de Lourdes Hernández Chávez

Dirección de la revista:

Dr. José Eduardo Espinosa Rosales

Consejo Editorial:

Dr. Jaime Cid Monjaraz, Dr. Miguel Ángel León Chávez,
Dra. Ma. de Lourdes Herrera Feria, Dr. Guillermo
Muñoz Zurita, Dr. Efraín Rubio Rosas, Dr. Oscar
Martínez Bravo, Dra. Olga Félix Beltrán

SPINOR, Año 8, No. 35, septiembre-octubre de 2017, es una publicación bimestral editada por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, con domicilio en 4 sur 104, Col. Centro, C.P. 72000, Puebla Pue., y distribuida a través de la Dirección de Divulgación Científica de la VIEP, con domicilio en 4 sur 303, Col. Centro, C.P. 72000, Puebla Pue., Tel. (52) (222) 2295500 ext. 5729, www.viep.buap.mx, revistaspinor@gmail.com, Editor Responsable Dr. José Eduardo Espinosa Rosales, espinosa@fcfm.buap.mx. Reserva de Derechos al uso exclusivo 04-2017-062916010700-102. ISSN: (en trámite), ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Con Número de Certificado de Licitud de Título y Contenido: (16523), otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Impresa en EL ERRANTE EDITOR S.A. DE C.V., Privada Emiliano Zapata No. 5947, Col. San Baltasar Campeche, Puebla, Pue. C.P. 72590, Tel. (222) 4047360, este número se terminó de imprimir en junio de 2017 con un tiraje de 3000 ejemplares. Costo del Ejemplar Gratuito

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.



Editorial

En este número podemos conocer opiniones y experiencias que algunos de los investigadores de nuestra Universidad han manifestado con respecto a la robótica y sus campos de investigación a nivel nacional e internacional. Un referente histórico en nuestra Universidad es la experiencia obtenida en el diseño y desarrollo del robot pianista Don Cuco el Guapo (1992). La lectura de algunos artículos aborda el tema de la educación donde los profesores investigadores trabajan en áreas cada vez más cercanas a nuestras actividades cotidianas, como la comprensión de conocimientos matemáticos, lingüística, y desarrollos que permiten realizar análisis de las interfaces más adecuadas con los usuarios. Esta ciencia multidisciplinaria impacta directamente en medicina, seguridad, exploración, búsqueda y rescate, monitoreo, percepción remota, transporte, saneamiento y entretenimiento, donde los avances dependen de la investigación que se realiza en dispositivos electrónicos, sistemas digitales, protocolos de comunicación, sistemas no lineales, ciencias de la computación, algoritmos de inteligencia artificial, en el tratamiento de señales y aprendizaje automático aplicado al procesamiento del lenguaje, visión y control, por mencionar algunos. Se hace referencia a la robótica y la automatización en la industria como una ayuda al ser humano en las tareas recursivas, de riesgo y supervisión. Actualmente en dichas áreas se encuentran trabajando robots manipuladores en ensamble, pintura o traslado. Según las tareas a realizar dichos robots cuentan con configuraciones específicas como: cartesiana, esférica, angular, etc. En este número se abre una ventana al mundo de la robótica, mostrando que el seguir las propias inquietudes y participar activamente en los ideales, permite el desarrollo de la investigación y la ciencia aplicada a la tecnología.

TIENDA



Tu maestro el robot

Dr. Daniel Mocencahua Mora,¹ Dr. Juan Manuel González Calleros²
y Dra. Josefina Guerrero García²

¹FACULTAD DE CIENCIAS DE LA ELECTRÓNICA

²FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN BUAP

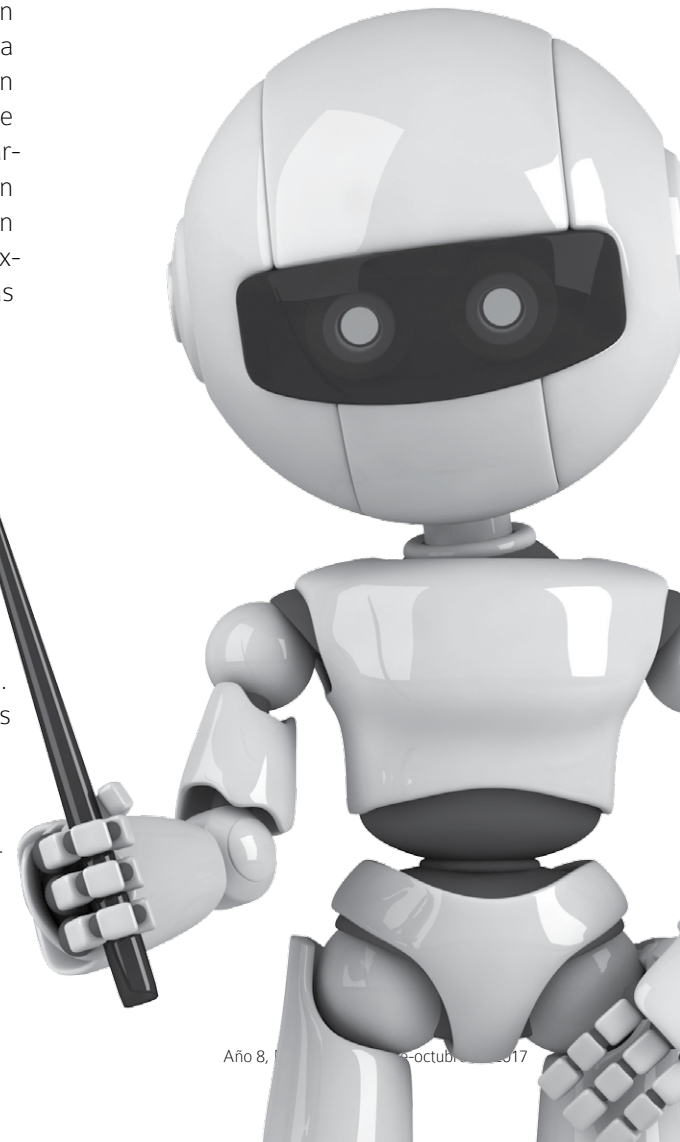
Los robots han incursionado en actividades que antes sólo podían realizar los humanos. Una de ellas es la educación. En los años setenta, Seymour Papert fue quien ideó una forma de atraer a los niños a las matemáticas, mediante el uso de un robot en forma de tortuga y un lenguaje de programación que se ha vuelto mítico: Logo. Posteriormente, se relacionó con la marca Lego para hacer un robot didáctico que puede adquirirse en las tiendas de juguetes, el *Mindstorms*, actualmente en la versión EV3. Desde entonces, los robots didácticos son utilizados para explicar conceptos relacionados con la ciencia, la tecnología y las matemáticas.

Varios bichos usando robots didácticos

Uno de esos robots didácticos se usó para romper el récord Guinness en 2014, donde se empleó el EV3 de Lego. Este pequeño robot, diseñado en México y construido por los niños en el evento, reacciona al sonido de los tonos de un celular, logrando mover mover casi dos mil robots con solamente un tono de celular. Lo interesante es que ese tono se envió vía llamada telefónica para que se movieran al mismo tiempo los robots que estaban en la Ciudad de México, y otros robots aquí en Puebla. Profesores y grupos estudiantiles de la BUAP fueron organizadores de este evento cuya experiencia puedes consultar en línea.¹

Niños armando su robot en Roboteando

La robótica didáctica te permite aprender con un robot, aprender de los robots y aprender haciendo un robot. Desde hace quince



¹ http://www.icuap.buap.mx/docs/revista_dos/articuloslargos/roboteando2014.pdf.

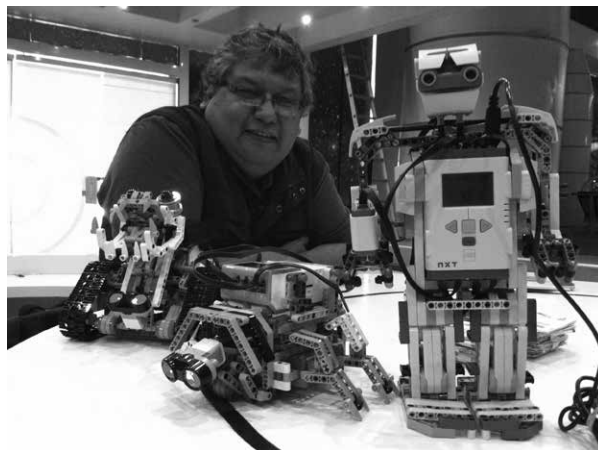


Niñas armando su robot en Roboteando

años, el grupo Hiper cubo de la Facultad de Ciencias de la Electrónica, liderados por el Dr. Daniel Mocenchua, ha realizado actividades relacionadas con la robótica, en donde pequeños y grandes participan armando, jugando o interactuando con robots. Son actividades en las que los asistentes aprenden acerca de lo que es un robot, o de las matemáticas, física o tecnología y ciencias. Aprenden haciendo robots. Este grupo ha sido precursor de los cursos de robótica para niños en nuestra universidad y varios de los chicos que cursaron esos talleres han regresado para estudiar las carreras de electrónica y mecatrónica en la facultad, cumpliéndose así la misión de formar vocaciones que el grupo Hiper cubo tiene dentro de sus objetivos. Además en la Facultad de Ciencias de la Computación en el laboratorio de Robótica Móvil el Dr. Gustavo Trinidad Rubín Linares ofrece cursos de robótica para niños (<http://roboticamovil.cs.buap.mx/>)

Asimismo, el grupo ha participado en la realización de prototipos robóticos y mecatrónicos en el *Tráiler de la Ciencia* de tres estados: Puebla, Morelos y Tlaxcala. De entre estos prototipos resalta la mano robótica y el arpa láser.

Los sensores de un robot permiten detectar cambios en el medio en el que se rodean. En 2016 el Hiper cubo realizó el Piano Humano, utilizando sensores ultrasónicos. Estos sensores son muy usados en los robots para medir distancias. En este caso permitieron detectar la presencia de las personas frente a ellos. Este piano se diseñó como prototipo didáctico para la

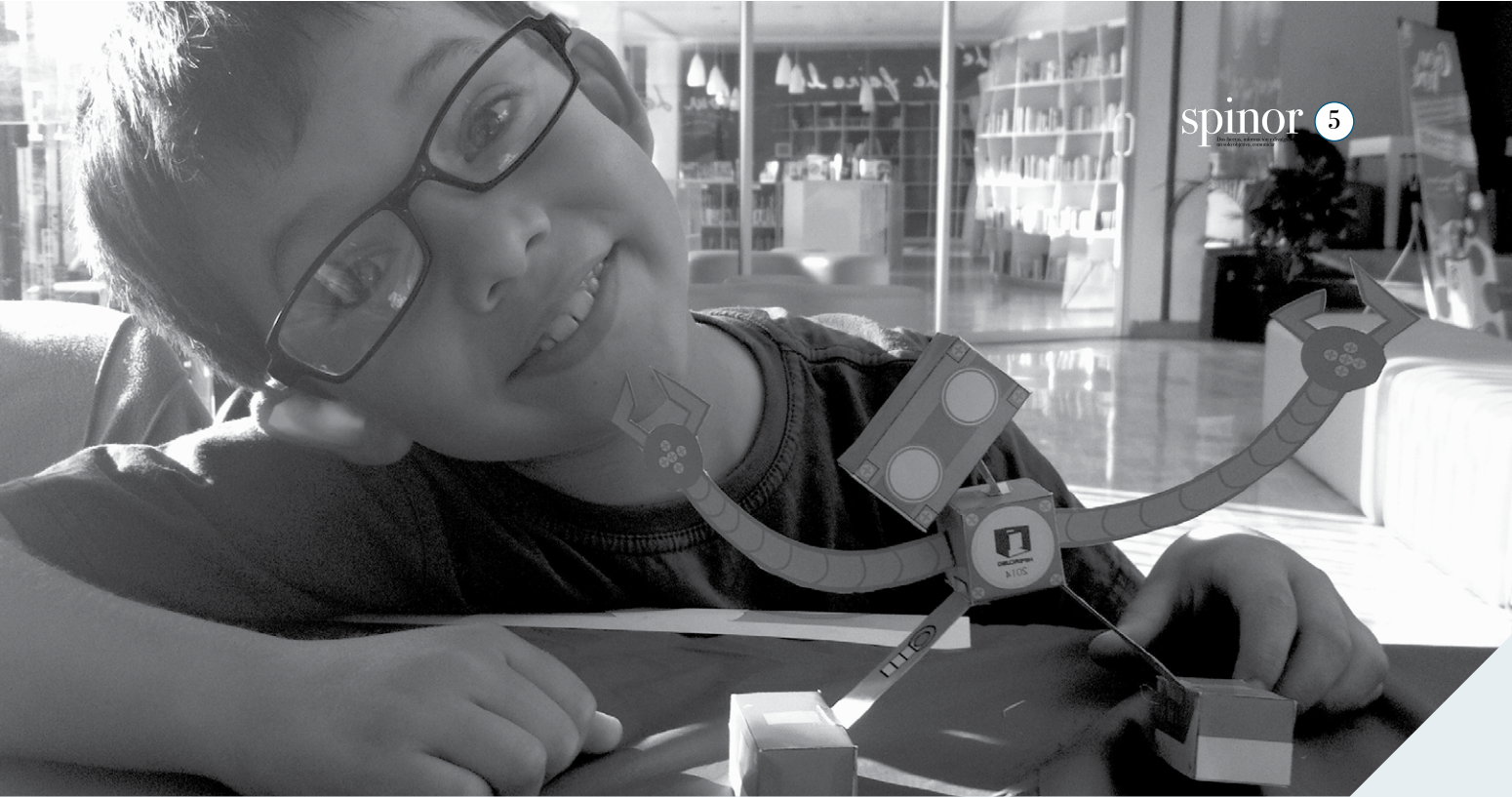


Varios bichos usando el EV3 de Lego

enseñanza del concepto científico de onda a niños invidentes. La descripción del funcionamiento del sensor y el sonido de notas musicales al activarlo es lo que nos ayudó a que los niños con esta discapacidad pudieran comprender el concepto de onda.

Uno de los aportes a la didáctica que hace la robótica es por medio de la inteligencia artificial. Aunque no haya un robot en forma física, la inteligencia de los mismos ha calado en distintas formas en nuestra cultura. Baste mencionar los asistentes como Siri o Cortana que pueden realizar algunas tareas mediante comandos de voz.

En ese sentido, los autores de este texto también han aportado, por ejemplo, el doctor Juan Manuel Gon-



zález ha planteado que el enfoque basado en modelos puede analizar el contexto de uso y el diseño de las interfases de interacción con los usuarios. Esto involucra la definición del espacio de trabajo, la plataforma tecnológica sobre la que se va a trabajar y finalmente las personas para quienes está pensada la solución pedagógica. De igual manera se define formalmente el dialogo entre el sistema y los usuarios, la forma en que deben interactuar y que deben adaptarse a cada contexto en particular. La dimensión tecnológica en los sistemas y ambiente educativos debe ser abordada de manera profunda y formal, y no ser superficial la forma de abordar su análisis. El W3C, máximo organismo regulador de contenido para internet, ha reconocido el trabajo del doctor González como una estrategia de solución recomendada para el desarrollo web. Los sistemas educativos son un área que justifica la necesidad de atender y tomar en cuenta los diversos contextos de aplicación de este recurso.

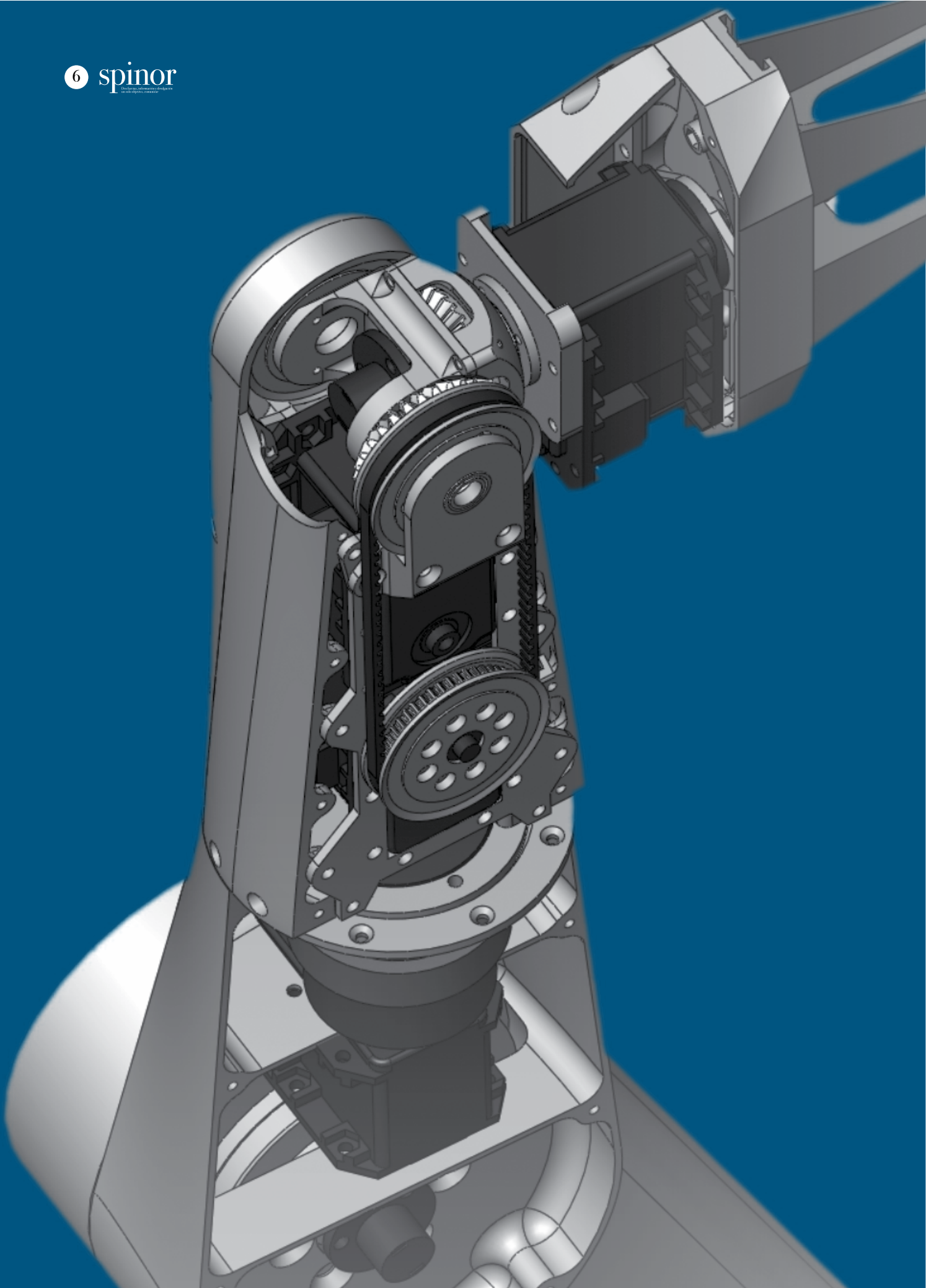
Por otro lado, desde 2011, la doctora Josefina Guerrero ha realizado el desarrollo de *software* con propósitos de rehabilitación: *HCI children with disabilities*, de la editorial Springer, es el resultado más completo de dicha investigación. De entrada, se pone a disposición de nuevos desarrolladores una metodología de desarrollo de sistemas basados en la interacción humano computadora. Una aplicación, atendiendo a un contexto muy específico, es la de niños con discapacidad. Todo esto presenta un reto doble, ya que trabajar con niños sin lugar a dudas es muy

» La dimensión tecnológica en los sistemas y ambiente educativos debe ser abordada de manera profunda y formal, y no ser superficial la forma de abordar su análisis.

complejo y más si estos presentan necesidades educativas especiales. Al principio propuso soluciones de apoyo a la rehabilitación física, usando juegos didácticos y otras técnicas que permitían ayudar a niños con alguna lesión a reincorporarse a su vida diaria. Sin embargo, con el paso del tiempo las actividades de rehabilitación de problemas cognitivos, así como las actividades de acompañamiento al aprendizaje, se convirtieron en un reto a vencer. Sin lugar a dudas los resultados han sido satisfactorios y es claro que poco a poco se logrará tener sistemas educativos incluyentes que permitan potenciar el aprendizaje de todos los niños por igual.

Muy pronto, desarrollos como estos, basados en IA, podrían estar dentro del cuerpo de un robot y posiblemente tengamos en las aulas estos dispositivos ayudando a los niños o a los adultos a prepararse. La pregunta no es si habrá profesores robóticos en el futuro, sino si seguirá habiendo humanos profesores a nuestro lado.

A pesar de que nosotros construimos robots, contestamos a esta pregunta diciendo que sí, que siempre habrá humanos que enseñen. ¿Tú, qué opinas?



Robots manipuladores

Los constructores del mundo contemporáneo

Dr. Luis Abraham Sánchez Gaspariano¹, Dr. Carlos Muñoz Montero²,
Dr. Jesús Manuel Muñoz Pacheco¹, Dra. Luz del Carmen Gómez Pavón¹ y Dr. Arnulfo Luis Ramos.¹

¹Profesores-investigadores de la Facultad de Ciencias de la Electrónica, BUAP.

²Profesor-investigador de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones, UPPue.

¿Qué tienen en común el vehículo que conduces, el teléfono celular con el que te comunicas, el ordenador con el que navegas en internet, el reproductor mp3 con el que escuchas música y la consola con la que practicas videojuegos, además de la electrónica que los integra? ¿Has pensado cómo es que se manufacturan estos productos? Todos ellos han sido ensamblados por algún tipo de robot manipulador, lo que en parte se debe a la precisión con la que un manipulador puede ejecutar una tarea, que incluso en procedimientos quirúrgicos han sido utilizados exitosamente (Lucena, Coronel, Orellana y Useche, 2008).

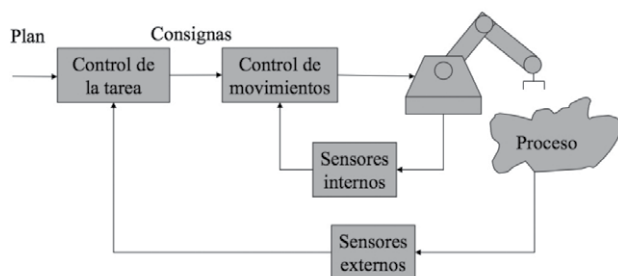
También, es tan corto el tiempo que le toma a un manipulador ejecutar la tarea programada que la puede completar en repetidas ocasiones, en el mismo lapso que le toma a un humano con cierta pericia completarla una sola vez. De este modo, los manipuladores son adecuados para la producción en serie (Díaz, 2010, 13-17). Merece la pena entonces saber cómo es que estos robots funcionan y cómo han ido evolucionando a través del tiempo, por ejemplo, los robots industriales simples introducidos en los años sesentas del siglo pasado en las líneas de armado de automóviles, tales como los denominados PUMA de la compañía Unimation.

Si bien, el término robot se acuña en mil novecientos veinte (Robotshop, 2017), la robótica industrial nace casi cuarenta años después con el objetivo de potencializar los procesos de producción sin llegar a sustituir la actividad directa del trabajador en la cadena de producción, sino más bien ayudando en la realización



» Hoy en día, se tienen manipuladores con más de seis grados de libertad. Algunos de estos casos incluyen robots redundantes.

Fig. 1. Esquema básico de un robot.



de tareas en lugares de difícil acceso, con riesgo de accidentes, en condiciones peligrosas para la salud o trabajos que resultan sinuosos por el tamaño de los objetos que es necesarios manipular.

La figura 1 muestra el esquema básico de un robot, puede apreciarse que éste consta de un sistema mecánico, actuadores, sensores y un sistema de control necesario para cerrar la cadena actuación-sensado-actuación. La parte mecánica de la figura 1 tiene la forma de un brazo articulado ya que la gran mayoría de los robots industriales son esencialmente brazos articulados. Más aún, un manipulador industrial es, típicamente, una cadena cinemática abierta formada por un conjunto de eslabones interrelacionados mediante articulaciones, que permiten el movimiento relativo entre los sucesivos eslabones.

Por otra parte, los grados de libertad de movimiento del manipulador, constituyen los parámetros independientes que fijan la posición del efector final (tal como una pinza o un dispositivo especial para realizar alguna tarea en particular) del mismo. Dependiendo del grado de libertad de la articulación se tienen diferentes tipos de éstas. Por ejemplo (Ollero, 2001, 40-42), las articulaciones del tipo rotacional y prismáticas permiten movimientos de un grado de libertad (rotacional o traslacional); las articulaciones cilíndricas y planares, dos grados de libertad (rotacional y traslacional); y las articulaciones esféricas del tipo rótula, tres grados de libertad (combinación de tres giros en tres direcciones perpendiculares en el espacio).

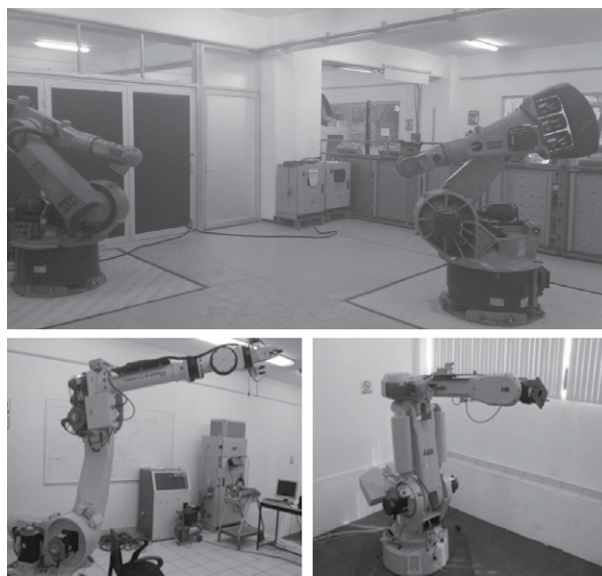
Las estructuras de manipuladores más comunes comprenden los de configuración cartesiana, tal como los manipuladores de las impresoras 3D; los de configuración cilíndrica, como los brazos para traslado de material de alta precisión; los de configuración polar o esférica, como son los manipuladores SCARA; y los de configuración angular, como los robots PUMA. Cada una de estas estructuras tiene diferentes propiedades

en cuanto a espacio de trabajo y accesibilidad a posiciones determinadas. Además, en años recientes, otras estructuras de manipuladores han sido empleadas de manera exitosa en aplicaciones donde el acceso del efector a su posición final para ejecutar la tarea programada es difícil. Esto ha llevado al aumento de los grados de libertad en la estructura.

Hoy en día, se tienen manipuladores con hasta más de seis grados de libertad. Algunos de estos casos incluyen robots redundantes, como los tipo serpiente, robots flexibles; manos robóticas y manipuladores móviles. No es difícil suponer que, en el futuro nuevas estructuras serán propuestas para atender los diversos problemas de manufactura y manipulación tanto en la industria como en el hogar y en otras áreas del quehacer humano.

Cabe mencionar que, una de las disciplinas del conocimiento que más se ha desarrollado en la Facultad de Ciencias de la Electrónica (FCE) de la BUAP es la de la robótica, donde se cuenta con algunos manipuladores de diversos tipos, como los que se muestran en la figura 2.

Figura 2. Algunos de los manipuladores de la FCE, BUAP.



Referencias:

Lucena, J., Coronel, P., Orellana, Y., y Useche, C. (2008). "Cirugía Robótica, una visión histórica", *Saber. Revista multidisciplinaria del consejo de investigación de la universidad de Oriente*, vol. 20, núm. 1, enero-abril 2008, 57-62.

Díaz, F. (2010). *Máquinas CNC, robots y la manufactura flexible*. México: Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán.

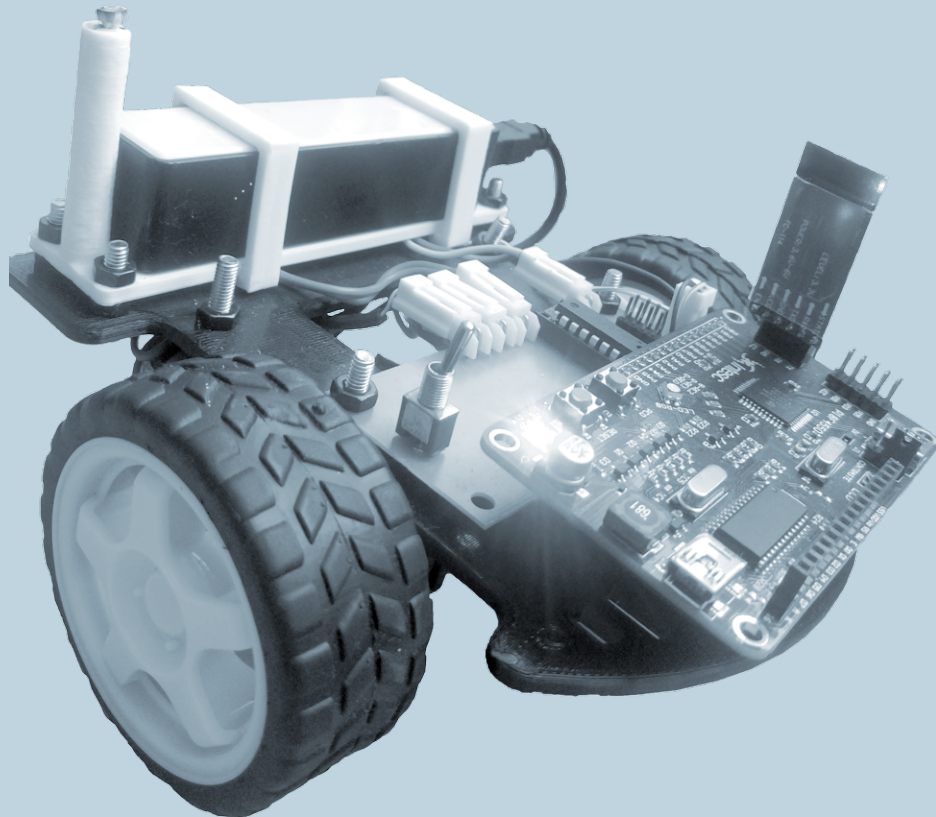
Robotshop. Recuperado de <http://www.robotshop.com/media/files/PDF/timeline.pdf> (consultada 18 de mayo del 2017).

Ollero, A. (2001). *Robótica, manipuladores y robots móviles*. España: Marcombo.

Robot móvil

remoto con aplicación en Android

Lic. Alejandro García Santiago,
Lic. Vicente Yair Ponce Hincastro y M.C. Ricardo Álvarez González
Maestría en Electrónica, Facultad de Ciencias de la Electrónica, BUAP



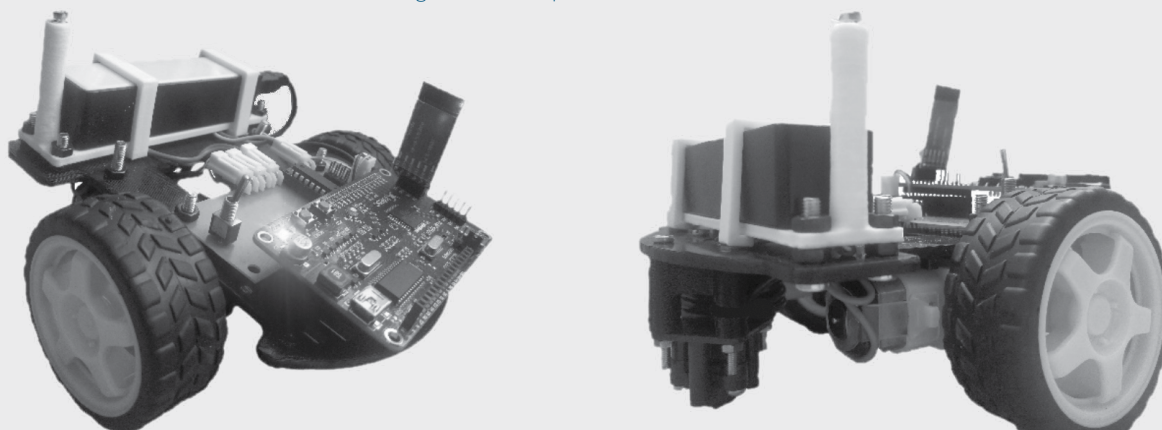
El desarrollo de vehículos manipulados a distancia ha sido de gran importancia para ampliar la gama de investigaciones en el área de la robótica móvil. Actualmente, los robots móviles se utilizan principalmente en actividades militares y civiles, con la finalidad de resguardar la vida del ser humano en diferentes momentos en los que pudiera peligrar, debido a que el vehículo no es tripulado, sino que pueden manejarlo mediante un “control remoto” para realizar diversas actividades como:

búsqueda y rescate, exploración, monitoreo e incluso transporte.

Si bien existen diversos tamaños de robots móviles de acuerdo a las tareas que estos desempeñan, es posible construir un robot cada vez más pequeño debido a la reducción de tamaños de los circuitos que lo componen.

Por lo que, en este artículo se presenta el diseño e implementación de un pequeño robot móvil controlado remotamente a través de una aplicación desarrollada en android (véase figura 1).

Figura 1.- Prototipo final del robot móvil



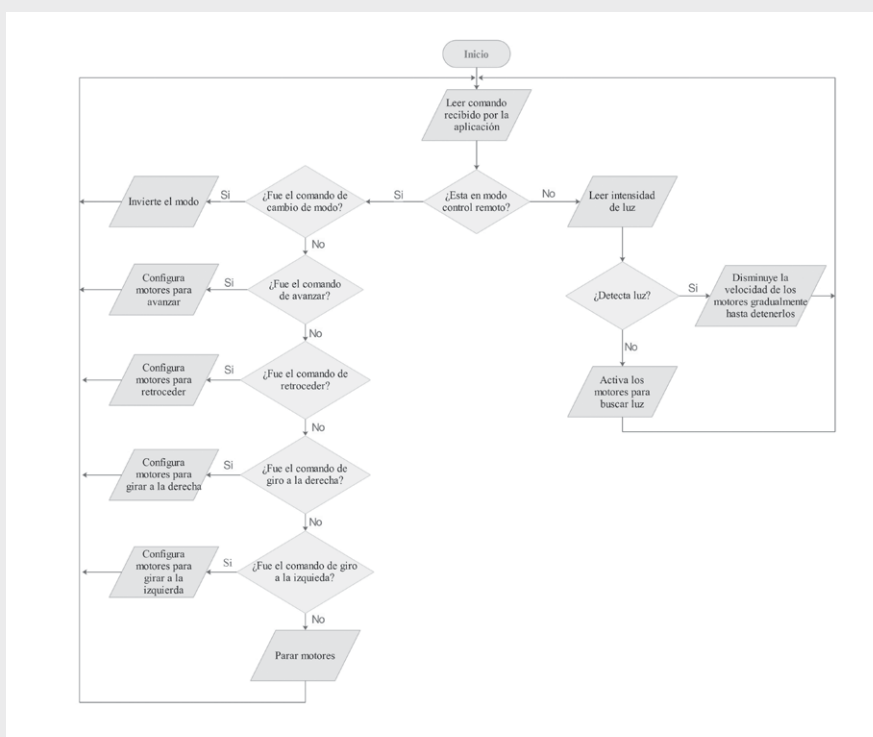
El sistema cuenta con una tarjeta de desarrollo, la cual ocupa un microcontrolador 18F4550 de la empresa Microchip. Un microcontrolador es una pequeña computadora contenida en un circuito integrado que permite controlar las acciones del robot.

El sistema cuenta con dos modos de operación. El primero se trata de un sistema controlado vía remota con acciones de acelerar, avanzar y girar a través de una app. El segundo, es un modo de operación de tipo biomimética, donde se imita el comportamiento de un

insecto tipo polilla, es decir, el robot móvil buscará encontrarse siempre en un lugar con luz, de lo contrario se moverá hasta encontrarla.

La velocidad del robot móvil es controlada por un modulador de anchos de pulso, de esta manera, cuando el robot se encuentre detectando poca intensidad lumínica sus motores se acelerarán. De manera contraria, cuando el sensor del robot empiece a detectar luz sus motores desacelerarán gradualmente hasta que el robot se detenga.

Figura 2. Diagrama de flujo del comportamiento del robot móvil



La figura 2 muestra el diagrama general de la lógica de operación del robot móvil, donde el modo inicial será "modo remoto".

Aplicación móvil en Android

La aplicación implementa una conexión *bluetooth*, mediante una aplicación para un teléfono inteligente con sistema operativo Android 5.0 o superior, para comunicarse con el robot móvil. En la figura 3 a) se muestra su interfaz gráfica que consiste de un botón para iniciar conexión/desconexión con el robot móvil, un botón para configurar la aplicación y diez botones de propósito general con identificadores configurables.

El robot móvil debe emparejarse previamente con el dispositivo móvil, y basta con presionar el botón conectar y seleccionar entre la lista de dispositivos emparejados al robot, si todo sale bien la aplicación envía un mensaje en pantalla confirmándolo.

Trabajos futuros

Actualmente el robot móvil cuenta con dos modos de operación, pero pueden extenderse para cubrir otras necesidades, por ejemplo, imitar también el comportamiento de una cucaracha, de tal manera que cuando su sensor detecte luz se mueva rápidamente alejándose de ella y bajará su velocidad gradualmente con la disminución de la iluminación, hasta detenerse en un ambiente oscuro. La sensibilidad respecto de la cantidad de luz percibida también es ajustable, mientras que, para el modo de control remoto, puede ser añadida una pequeña cámara al robot móvil, permitiéndole realizar tareas de exploración visual en entornos reducidos o peligrosos, o de video vigilancia, y tomando en cuenta que las aplicaciones de los robots móviles son diversas y prometedoras.

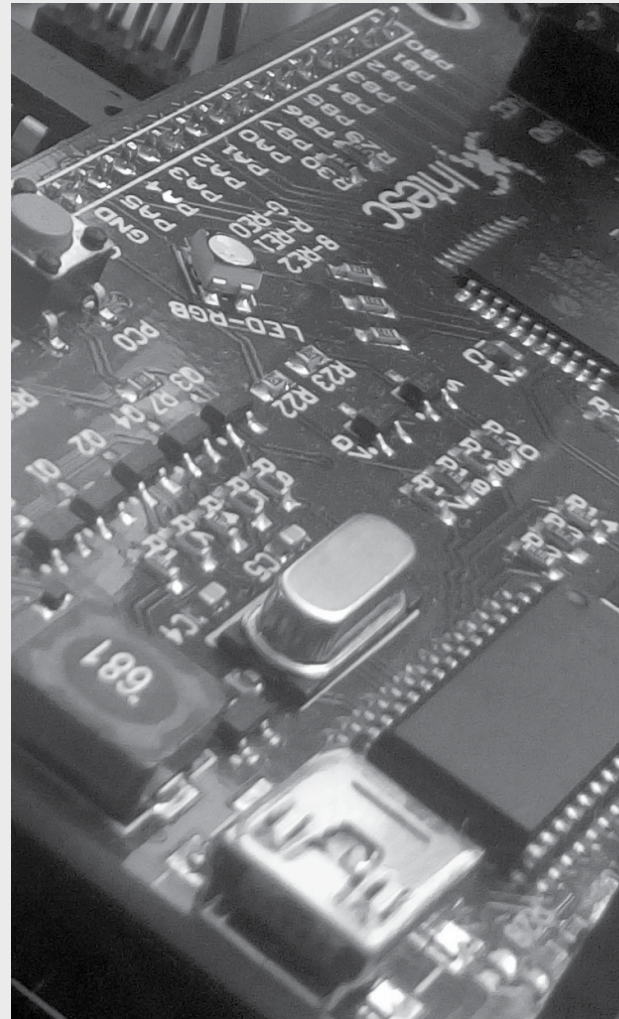
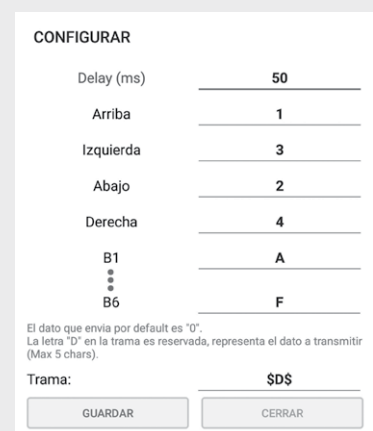


Figura 3: a) Interfaz de usuario de la aplicación desarrollada. b) Menú de configuración.





Vehículos aéreos no tripulados VAN

Investigación y desarrollo en la BUAP

Dr. J. Fermi Guerrero Castellanos

Facultad de Ciencias de la Electrónica, BUAP

Dr. W. Fermín Guerrero-Sánchez

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas, BUAP

Se entiende por vehículo aéreo no tripulado, UAV (del inglés, Unmanned Aerial Vehicle) a aquel que es capaz de realizar una misión sin necesidad de tener una tripulación embarcada. Debe entenderse que esta condición no excluye la existencia de piloto o controlador de misión u otros operadores que pueden realizar alguna actividad desde tierra. Además, en los últimos años se extendió el concepto de vehículo a sistema UAS (Unmanned Aircraft System) o UAVS

(Unmanned Aircraft Vehicle System), debido a que en una misión la responsabilidad no sólo recae en la aeronave equipada con sistemas de navegación y sensores, sino también en una estación de tierra y sistemas de comunicación que agregan las capacidades de navegación, control y percepción.

La utilización de artefactos aéreos no es una novedad histórica. Desde los papalotes y los globos aerostáticos, pasando por bombas aéreas utilizadas en

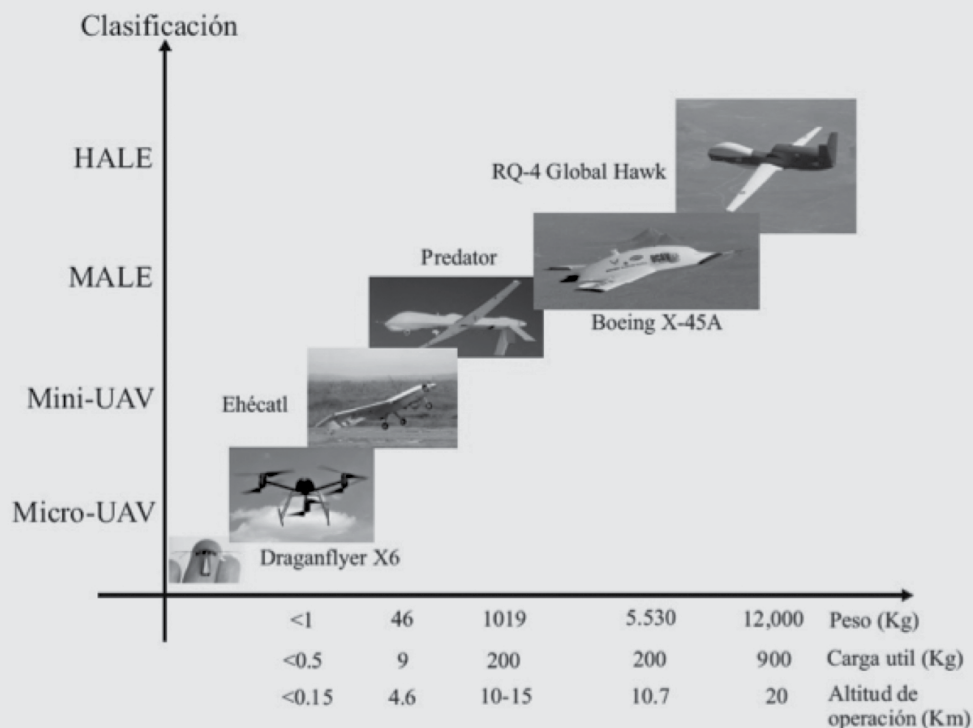
varios conflictos bélicos para la observación y el ataque, hasta las aeronaves automatizadas, han tenido que pasar varias décadas de innovaciones y esfuerzos tecnológicos. Sin embargo, en la última década con los UAS, un nuevo capítulo se abre en las áreas de aeronáutica, robótica, teoría e ingeniería de control, electrónica e instrumentación y comunicaciones, ya que no se trata solamente de máquinas instrumentadas, sino de verdaderos sistemas autónomos capaces de evolucionar en un medio ambiente y adaptarse a él. La evolución de los UAV, también llamados *drones* (falso abejorro), es una evolución lógica resultado del progreso tecnológico en el área de los microprocesadores, la construcción de sensores, actuadores y el desarrollo de los dispositivos de almacenamiento de energía.

Esta evolución se ha intensificado considerablemente en los últimos ocho años debido al interés en aplicaciones militares. Sin embargo, las aplicaciones civiles de estos artefactos han motivado el desarrollo de la investigación en universidades y en centros de investigación gubernamentales de todo el mundo [1]. Las aplicaciones civiles abarcan un gran espectro y encontramos a la supervisión de líneas de alta tensión,

supervisión de infraestructuras civiles (presas, puentes, edificios), acciones de desastre y protección civil, supervisión de tráfico, vigilancia de fronteras, climatología, agricultura, cinematografía, retransmisión de eventos deportivos, antropología, entre otras. El desarrollo de los UAV y los UAS envuelve muchos problemas que van desde los estrictamente técnicos hasta los totalmente legales, y que han permitido el desarrollo de diferentes líneas de investigación. Una de estas líneas en pleno desarrollo es el control y navegación de los UAS. Las restricciones de peso, el poder de cómputo de los sistemas digitales de procesamiento empotrados, la transmisión de información a través de canales de comunicación, el consumo de energía y la no linealidad de estos sistemas acoplados con la dificultad de identificación de parámetros hacen de esta línea de investigación un verdadero desafío.

Los UAV pueden ser clasificados por su tamaño o su funcionamiento aerodinámico o los dos. El tamaño es un criterio dominante y en este contexto podemos encontrar los vehículos conocidos como micro-UAV que son caracterizados principalmente por sus reducidas dimensiones y propulsión eléctrica (véase figura 1). Otra

Figura 1.- Prototipo final del robot móvil

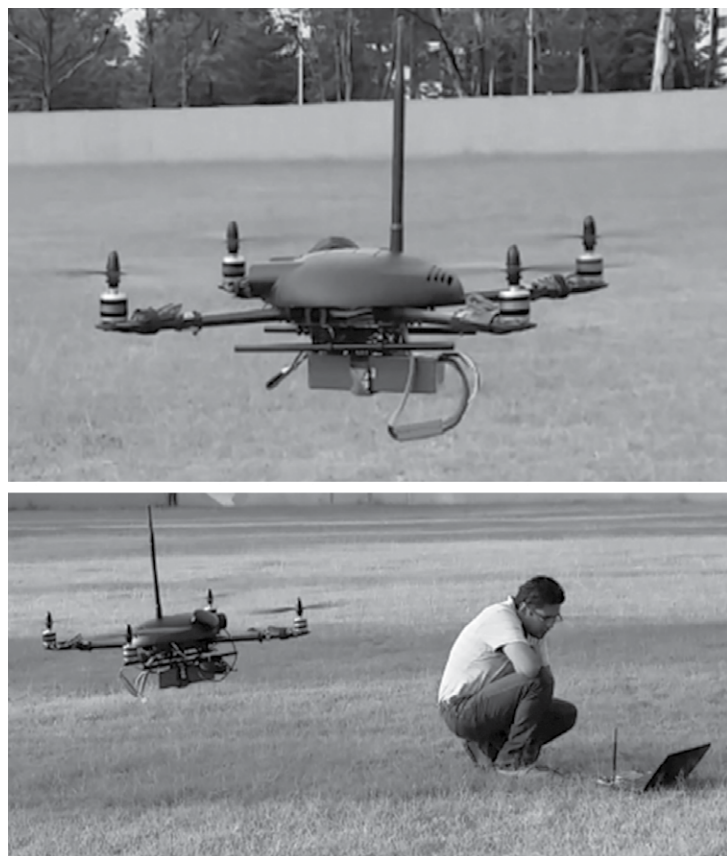


posibilidad de hacer una clasificación de los UAV es su funcionamiento aerodinámico. Así, podemos encontrar a los vehículos de ala fija (aeroplanos), de ala rotatoria (helicópteros y multi-rotores), de ala batiente, y los dirigibles que son menos pesados que el aire.

Un estudio bibliográfico muestra que la comunidad de sistemas dinámicos y control se ha concentrado principalmente en los micro-UAV de ala rotatoria, helicópteros, multi-rotores y arquitecturas con capacidad de despegue y aterrizaje vertical conocidos como VTOL (del inglés, Vertical Take-Off and Landing) [1]. Este interés se basa principalmente en que estos vehículos no necesitan de una pista de aterrizaje, tienen la capacidad de vuelos estacionarios, así como la gran movilidad; características importantes y necesarias en una gran cantidad de aplicaciones. El ejemplo más emblemático en las arquitecturas VTOL es el helicóptero con cuatro rotores, conocido también como Quadrotor o X4-Flyer. Este sistema ha dado origen a trabajos muy importantes, tanto de grupos internacionales como mexicanos. La figura 2 muestra el helicóptero con cuatro rotores reportado en trabajo [2].



Fig. 2. Helicóptero con cuatro rotores desarrollado en la FCE-BUAP



La Facultad de Ciencias de la Electrónica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, a través del Laboratorio de Control Avanzado y el Laboratorio de Sistemas Dinámicos de la

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, se ha preocupado en cultivar líneas de investigación y desarrollo tecnológico en torno a los micro-UAV, en este sentido varios prototipos (véase figura 3) y cuatro líneas de investigación se han desarrollado:

1. Control no lineal de los micro-UAV tipo VTOL [1][2].
2. Desarrollo de sistemas de navegación basados en filtros de Kalman y observadores no lineales [3].
3. Desarrollo de nuevas arquitecturas de los UAV usando recursos energéticos renovables para su propulsión y navegación [4].
4. Control asíncrono de un grupo de micro-UAV [5].

Estamos orgullosos del inmerso esfuerzo que se ha realizado en México, por investigadores mexicanos en el desarrollo de tecnología aeroespacial.

Un estudio bibliográfico muestra que la comunidad de sistemas dinámicos y control se ha concentrado principalmente en los micro-UAV de ala rotatoria, helicópteros, multi-rotores y arquitecturas con capacidad de despegue y aterrizaje vertical conocidos como VTOL

Desde el 2010, los trabajos desarrollados se han llevado a cabo en el marco de seis tesis de licenciatura de los programas educativos de Ciencias de la Electrónica e Ingeniería Mecatrónica, diez tesis de maestría en Ingeniería Electrónica y una tesis doctoral en conjunto con el posgrado de Física Aplicada de la FCFM-BUAP. Las investigaciones que se desarrollan están alineadas con el plan institucional y la internacionalización, además de que coadyuvan con el convenio firmado entre la BUAP y la Agencia Espacial Mexicana (AEM) para el desarrollo de investigación y tecnología aeroespacial.

El esfuerzo ha sido inmenso en estos años, pero estamos orgullosos de que esta investigación sea realizada en México y por mexicanos, donde grandes esfuerzos deben realizarse aún para aprovechar las oportunidades que esto ofrece.

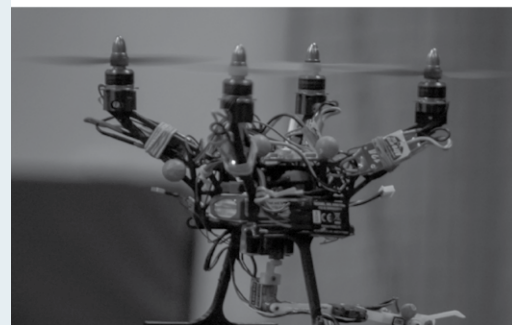
Referencias

- [1] J. F. Guerrero-Castellanos, N. Marchand, A. Hably, S. Lesecq, J. Delamare. Bounded attitude control of rigid bodies: Real-time experimentation to a quadrotor mini-helicopter. *Control Engineering Practice*, 19 (2011) 790–797.
- [2] J. F. Guerrero-Castellanos, J. J. Téllez-Guzmán, S. Durand, N. Marchand, J.U. Alvarez-Muñoz, V.R. González-Díaz. "Attitude Stabilization of a Quadrotor by Means of Event-Triggered Nonlinear Control". *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, vol. 73, pp. 123-135, 2014.
- [3] J. F. Guerrero-Castellanos, G. A. Muñoz-Hernandez, C. A. Graciós-Marín, and B. B. Salmeron-Quiroz. "Design and Implementation of Low-Cost Attitude Heading References Systems for Micro Aerial Vehicles". *Multisensor Attitude Estimation*, Edited by H. Fourati and D. E. C. Belkhiat, CRC Press, Taylor and Francis Group. 2017.
- [4] M. G. Juárez, C. G. Romero, J. F. Guerrero-Castellanos, R. Carlos A. Lázaro, Mario M. Moreno, W. F. Guerrero-Sánchez, Gerardo M. Aguilar, V. Rodolfo G. Diaz, "Modeling and Simulation of a Photovoltaic Array for a fixed-wing Unmanned Aerial Vehicle". In *Proceedings of the 43rd IEEE Photovoltaic Specialists Conference*, Portland, USA, 2016.
- [5] J.F. Guerrero-Castellanos, A. Vega-Alonzo, N. Marchand, S. Durand, J. Linares-Flores and G. Mino-Aguilar "Real-time event-based formation control of a group of VTOL-UAV's" in *Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Event-Based Control, Communication, and Signal Processing (ECCSCP'17)*, Funchal, Madeira, Portugal, 2017.

Fig. 3: a) UAV de ala fija alimentado parcialmente por paneles fotovoltaicos desarrollado entre el Laboratorio de Control Avanzado y el Laboratorio de Sistemas Dinámicos Controlables, ambos de la FCFM-BUAP. b) UAV con manipulador aéreo, trabajo en colaboración con GIPSA-Lab, Grenoble, Francia.



a)



b)



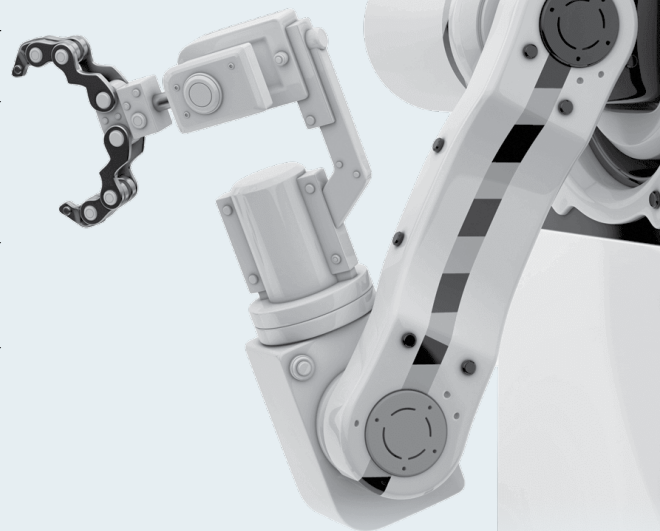


¿Cómo apoyan la robótica y la automatización a la industria moderna?

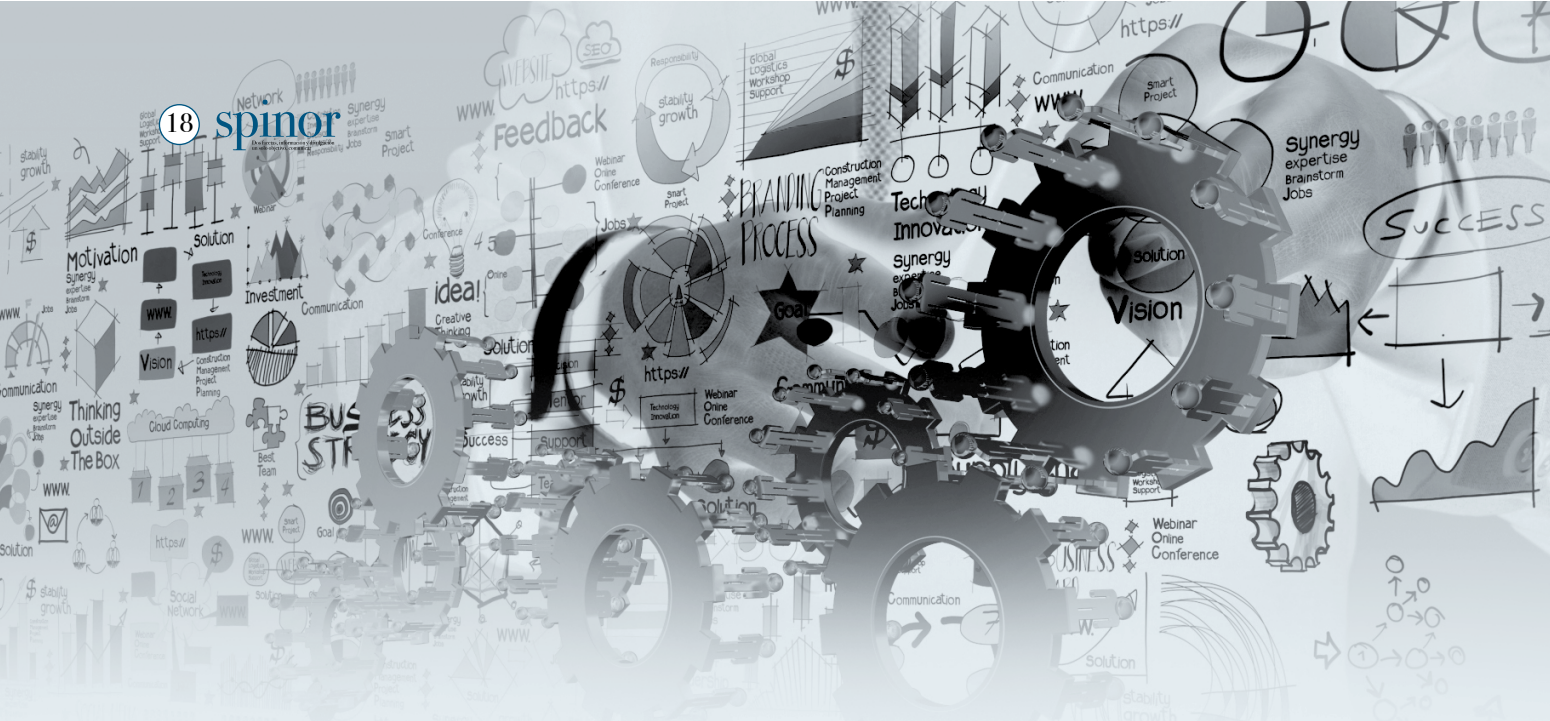
Dr. Germán Ardul Muñoz Hernández
Facultad de Ciencias de la Electrónica, BUAP

La palabra robot nos lleva muchas veces a pensar en una máquina en forma de humano que realiza todas las actividades que las personas podemos hacer. Aunque, ciertamente existen robots tipo humanoide, la gama es muy amplia y algunos de ellos no se parecen a la imagen “normal” que se tiene. El origen de los robots en la literatura se remonta a finales del siglo XVIII, cuando Pierre Jaquet-Droz describió una máquina con movimientos propios. Como concepto existen registros de que, a inicios del siglo XX, el checo Karel Capek usó este término para referirse a máquinas que realizaban un trabajo. Sin embargo, como mecanismos con cierto grado de autonomía se encuentran asentados desde varios siglos antes de Cristo. Actualmente, la forma y uso de los robots son muy variados, incluso algunas configuraciones son tan extrañas que cuesta trabajo observar que son mecanismos.

El inicio del control automático moderno se le atribuye a James Watt, quien de forma adecuada logró comprobar las máquinas de vapor, contribuyendo de gran manera a la revolución industrial. Las máquinas de vapor se utilizaron para mover mecanismos industriales tales como telares, fábricas de papel, molinos, destilerías y obras hidráulicas. Mediante el control automático la energía de la máquina de vapor se podía regular de tal forma que ésta podía guiar a otros mecanismos, manteniendo la fuerza necesaria con la velocidad adecuada. Hoy, es muy común que la fuerza motriz se proporcione mediante motores eléctricos. Sin embargo,



Para la industria moderna se emplean muchas configuraciones, una muestra son los robots cartesianos que se mueven de forma lineal sobre ejes coordenados.



para algunas aplicaciones se usan motores neumáticos (que funcionan con aire) o motores hidráulicos (que funcionan con aceite).

Cuando los robots se controlan automáticamente las posibilidades de sus aplicaciones son tan grandes como la imaginación humana, ya que la versatilidad de estos, aunado a la autonomía de que los dota el control automático, permite que realicen un sinnúmero de tareas con la misma precisión cada vez y con la misma velocidad. Las formas como se “enseña” a los robots las tareas que deben realizar, van desde la programación por computadora, indicaciones manuales, hasta el uso de cámaras de vídeo para captar los movimientos de los humanos y repetirlos.

Para la industria moderna se emplean muchas configuraciones, una muestra son los robots cartesianos que se mueven de forma lineal sobre ejes coordenados. Un ejemplo de este tipo de robots son las grúas automáticas, las cuales son capaces de tomar y colocar piezas para que en las estaciones de trabajo se realicen operaciones con y sobre ellas.

Por otro lado, los brazos manipuladores juegan un papel muy importante en la industria manufacturera, ya que pueden realizar un sinnúmero de actividades con una velocidad y precisión algunas veces mejor que las del humano. Estos brazos manipuladores se pueden catalogar dependiendo del tipo de movimiento que realizan. Un concepto ampliamente usado para identificar qué tan versátil es un robot, es el “grado de libertad”, esto es el número de ejes independientes necesarios para conocer la posición de todas las partes de un robot.

La robótica también se puede “vestir” significa que el humano la usa como si fuera parte de su vestimenta. Por ejemplo, se puede emplear para aumentar

su fuerza. En este caso, varios dispositivos se colocan en el cuerpo humano, formando algunas veces una especie de “caparazón”, por lo que se les denomina exoesqueletos. Mediante estos dispositivos se tiene la capacidad de cargar pesos muy superiores. También, es posible emplear estos dispositivos para reemplazar partes del cuerpo humano, tales como extremidades superiores o como inferiores, incluso, pueden tener conexión directa con la persona que las usa, haciendo que los movimientos sean muy naturales, y buscando que estas prótesis cibernéticas sean consideradas como parte del mismo cuerpo.

Regresando a las aplicaciones en la industria de la manufactura, a través de los robots articulados las operaciones de pintura, soldadura, ensamble, entre otras, se pueden realizar de forma automática. Por otro lado, al usar robots móviles como los terrestres (carritos autónomos) o aéreos (drones) el traslado de piezas en las naves se puede realizar de forma automática, permitiendo un mejor uso de los espacios y sobre todo del tiempo. Además, existen todavía más aplicaciones de la robótica en el área industrial.

La idea fundamental de la robótica y la automatización aplicadas en la industria no es reemplazar al humano de forma definitiva, sino que las actividades que realice sean menos demandantes físicamente, por lo que éstas serán reemplazadas por tareas de supervisión y programación.

Para saber más:

- Reyes, F. (2011). *Robótica: control de robots manipuladores*. México: Alfaomega, ISBN: 978-607-7071-90-7.
- Kelly, R. y Santibáñez, V. (2003). *Control de Movimiento de Robots Manipuladores*. Madrid: Pearson Prentice Hall, col. Pearson Educación, ISBN 84-205-3831-0.



Figura 1. Agua contaminada por desechos sólidos

LA ROBÓTICA

como herramienta de saneamiento y conservación de lagunas artificiales en México

Dr. José Luis Hernández Ameca, Dra. Maya Carrillo Ruiz
y Dr. Luis Enrique Colmenares Guillén, Dr. Elsa Chavira Martínez
Facultad de Ciencias de la Computación
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

El desarrollo de las civilizaciones ha estado íntimamente ligado a las aguas de ríos, lagos y lagunas. Estos cuerpos de agua han servido como fuentes de vida permitiendo el riego artificial para la agricultura, el desarrollo de la pesca, el transporte; además de afectar directamente el equilibrio ecológico y climático de nuestro planeta. En el mundo, muchas de estas aguas han sufrido una contaminación casi paralela al crecimiento de las poblaciones, que en algunos casos se han utilizado como basureros de desechos sólidos, consecuencia de una cultura nula de prevención y cuidado.

Actualmente, organizaciones sociales y gobiernos realizan esfuerzos para contrarrestar la contaminación y sus efectos, mediante campañas de concientización, políticas y herramientas para el saneamiento y conservación de lagunas.

Debido a esto, en el Laboratorio de Sistemas Robóticos, SIRO, perteneciente a la Facultad de Ciencias de la Computación de la Benemérita Universidad Au-

tónoma de Puebla, se busca contribuir a la solución de este tipo de problemas, por lo que profesores en colaboración con los alumnos *Valeria Temozhui Tlahuel* y *Ricardo Pastor Hernández*, investigan, diseñan y desarrollan sistemas tecnológicos que ayudan a mejorar la calidad de vida de la sociedad.

En este artículo se presenta el robot JARV-1 en la figura 1, el cual se ha diseñado para recolectar automáticamente la basura flotante en los cuerpos de agua, con lo que se evitan riesgos y esfuerzos al ser humano durante la limpieza de las aguas contaminadas.

El robot cuenta con un sistema empotrado al que se le han programado algoritmos de inteligencia artificial para lograr un control de estabilidad óptimo, detección de objetos y un sistema de navegación basado en las trayectorias recorridas, lo cual le permite desplazarse sobre superficies acuáticas de diferentes dimensiones.

La estructura del robot se compone principalmente de materiales reciclados como se ve en la figura 2.

Figura 1. Robot JARV-1



Esto es, como los flotadores de tereftalato de polietileno, aspas de circuitos impresos provenientes de residuos de computadoras y otros materiales reciclados de diferentes aparatos electrónicos obsoletos.

Figura 2. Materiales utilizados en la estructura del robot JARV-1



Los resultados de la primera versión del JARV-1 han motivado a profesores y estudiantes para mejorar este prototipo, en proceso de patente. Poder llevarlo a comunidades rurales y sitios ecoturísticos para preservar y conservar la belleza natural del lugar.¹

Figura 3. Pruebas de funcionamiento del JARV-1 en la laguna de Ciudad Universitaria de la BUAP.



Es importante mencionar que los retos en el desarrollo de este trabajo implican diferentes áreas de conocimiento como el control, la electrónica, la inteligencia artificial, y el procesamiento de imágenes.

En conclusión, este tipo de proyectos nos lleva a relacionarnos con expertos de diferentes áreas de conocimiento, a poner en práctica las teorías aprendidas y ampliar los horizontes del trabajo que se realiza dentro de nuestra universidad.

¹ José L. Hernández Ameca, Elsa Chavira Martínez, José Ítalo Cortez, Gregorio Trinidad García, Lourdes Sandoval Solís, Minerva Hernández Ameca, Alan J. Fonseca Barrera, Ricardo Pastor Hernández, Valeria Temozhui Tlahuel. *Robot Recolector de Basura para Lagos y Lagunas "JARV-1"*, CONACIC 2016, pp. 143-148, ISBN: 978-607-525-218-6, Dirección de Fomento Editorial BUAP, 2016.



Entrevista

Dr. David Eduardo Pinto Avendaño

Por: Dr. Daniel Mocenchua Mora

Sp: A grandes rasgos cuéntanos ¿cuál es tu formación...?

DEP: Mi nombre completo es David Eduardo Pinto Avendaño. Actualmente, trabajo en la Facultad de Ciencias de la Computación, en donde estoy dirigiendo el Laboratorio de Ingeniería de Lenguaje y Conocimiento. Este laboratorio tiene alrededor de cuatro años de su creación, y lo que aquí hago tiene relación con la formación que he obtenido desde la licenciatura: trabajar en ciencias de la computación, desde que éramos colegio y pertenecíamos a la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas.

Mi formación tiene mucho acercamiento con la física, las matemáticas y la electrónica. Recuerdo que cuando era estudiante, los compañeros de grupo eran de electrónica, computación, física y matemáticas, con quienes había interacción no solamente a nivel de materias sino también a nivel personal y con diversos puntos de vista que de alguna manera siento que no influyeron mucho en mis deseos de conocer más acerca de otras disciplinas.

Actualmente, el acercamiento que tengo con la electrónica es más como un *hobby*. Tuve alguna formación en electrónica, pero no tan fuerte como la de otros compañeros, aun así, esto me ha permitido conocer y saber que hay otras áreas de oportunidad en ese sentido.

Después de terminar la licenciatura, estudié la Maestría en Ciencias de la Computación en esta facultad, en donde mis estudios estuvieron enfocados en mayor medida a la teoría de la complejidad algorítmica, aunque mi área de especialización fue en sistemas distribuidos. Además de que tuve buena formación en

sistemas de todo tipo, como multiprocesadores centralizados distribuidos, y muchos más.

Al terminar la maestría en la universidad, me dediqué durante más de diez años a la docencia, y en algún momento decidí que ya era tiempo de hacer el doctorado. Así, en el 2005 inicié los estudios en la Universidad Politécnica de Valencia, en donde realicé el Doctorado en Inteligencia Artificial, en reconocimiento de formas e inteligencia artificial, específicamente en el tratamiento masivo de textos cortos. Lo cual, en esa época, era un reto muy fuerte, debido a que la mayoría de sistemas de inteligencia artificial, para realizar aprendizaje basado en texto, utilizaba mecanismos con base a las frecuencias de las palabras. Eso es muy fácil de utilizar cuando tienes textos extensos —digamos, un documento, un libro— que tienen más de 2000 o 3000 palabras. Pero, cuando tenemos textos de 50 o 100 palabras para consulta en un diccionario, o peor aún, una consulta para un sistema de recuperación de información como Google o Yahoo, donde tenemos tres o cuatro palabras. Entonces, todos los métodos que se utilizaban en la literatura fallaban.

Para mí fue un reto muy importante, yo mismo planteé mi propio tema de doctorado, ya que veía como un área de oportunidad establecer mecanismos, métodos, técnicas, e incluso herramientas para poder mejorar el tratamiento de textos cortos. De esto trató mi tesis doctoral, del análisis, el agrupamiento, la validación y la evaluación de textos cortos, que cursé de 2005 a 2008. Posteriormente, regresé a la Facultad de Ciencias de la Computación, donde nuevamente soy profesor investigador tiempo completo, desde 1999.

Sp: ¿Qué hiciste al regresar?

DEP: Al reintegrarme empecé a elaborar actividades para conformar equipos de trabajo aquí en la facultad. Convoqué a varios profesores con los que tuve contacto anteriormente, y también a los nuevos, para verificar quiénes tenían interés en el área del tratamiento de la información. Esto me llevó a crear un laboratorio de recuperación de la información, dónde concentramos nuestros esfuerzos y buscamos apoyos para recibir fondos y poder sustentar todos esos trabajos.

Los primeros fondos fueron obtenidos con base al interés que mostré desde la niñez por la robótica. Y empezamos por adquirir dispositivos de Lego Mindstorms, para poder atraer no solamente a los estudiantes y profesores de la facultad sino, además, facilitar el acceso a este tipo de dispositivos. Con mis propios fondos, compré un Lego Mindstorms en 2001 o 2003, pero cuando regresé adquirí otros equipos. Tenemos tres series: la inicial, la RCX, luego la NXT, y la última con la que trabajamos actualmente.



Sp: ¿Las usaban directamente o hackeaban algo?

DEP: Empezamos usando la API que proporciona Lego Mindstorms, desarrollada por MIT, con un ambiente a nivel interfaz gráfica visual. Inmediatamente empezamos a utilizar LeJOS, que es el *firmware* de Java, para tener nuestros propios mecanismos de programación (también programamos en C).

Sp: ¿En casi C que era el especial para Lego?

DEP: Sí, pero seguramente los chicos programaban en Java, porque en ese entonces estaba muy de moda aquí en la facultad, y adquirimos muchos dispositivos nuevos, en el estilo de nuestra universidad, de nuestra formación. Lo primero que hice fue investigar quiénes eran los proveedores de la arquitectura interna de Lego Mindstorms, porque si bien Lego proporciona la parte plástica y MIT las herramientas y el microcontrolador, hay una empresa que se encarga de proporcionar el *hardware*. Así que, me contacté con ellos y empecé a pedir materiales para poder tener multiplexores, motores, sensores y cámaras también. Y todo eso se integró con los dispositivos, que es algo que prácticamente he estado haciendo hasta la fecha.

Sp: ¿Y que nadie más lo hace?

DEP: Sí, nadie más lo hace, porque todo mundo toma el kit como viene y ya. Pero, esta empresa en particular, que son los proveedores de la parte interna, tiene la posibilidad de proporcionar ese tipo de cosas. Entonces, compré un multiplexor para tener más oportunidad de vigilar mayores motores con el mismo controlador, y la cámara para empezar a leer movimientos de objetos y todo lo demás. Eso dio pie a que los estudiantes pudieran experimentar con un considerable número de cosas que en el kit inicial no estaban.

Desde mi punto de vista, es fundamental poner a los estudiantes en contacto directo no sólo con la tecnología a nivel comercial, sino con elementos adicionales que regularmente en otras instituciones no lo tienen. Porque al enfrentarse a algo que nadie más ha trabajado, tienen la necesidad de profundizar ellos mismos e investigar a detalle cómo manejar ese tipo de dispositivos.

Sp: Me llama a la atención cuando dices “muy en la filosofía de la universidad”.

DEP: Es una filosofía de nosotros, yo creo que ahora nos toca enseñar este tipo de pensamiento a nuestros estudiantes.

Sp: A ser proactivos ¿no?

DEP: Sí, ser proactivos y hacer lo que los demás tienen miedo de hacer, porque finalmente uno puede adquirir las cosas, pero cuando ya tiene solucionado el *software*, las arquitecturas, las plataformas, etcétera, pues los utiliza, y puede hacerse uno que otro expe-



rimento, y alguna aplicación. Pero, cuando se trata de algo adicional que requiere, por ejemplo, un *driver* o la misma integración del *hardware*, ya no es tan trivial para muchas personas. Es ahí cuando realmente los estudiantes de nuestra universidad toman ventaja, porque estamos acostumbrados a formarlos en un esquema donde ellos mismos tienen que resolver problemas que los demás no enfrentan o que no son capaces de hacer, por ese mismo temor. Ahí está la diferencia.

Sp: ¿Y desde Lego hasta lo que tienes ahora es un mundo?

DEP: ¡Hay un mundo de diferencia!

Sp: ¿Tienes avances de investigación de inteligencia artificial en lenguaje?

DEP: ¡Claro! Así es. Mi interés por la inteligencia artificial no es reciente. Empezó con una película, cuando apenas tenía diez u once años. Creo que se llamaba *Eddie, la computadora enamorada*.

Sp: Sí, lo mencionaste en tus charlas TEDx, BUAP

DEP: Ese fue mi primer contacto. La fascinación de saber que una máquina puede tener un comportamiento similar al de los seres humanos me maravilló desde pequeño. En la actualidad, empiezo a adquirir ciertos dispositivos, un poco para satisfacer mi propia curiosidad, pero, también para promocionar el uso de los mismos entre los estudiantes y profesores. Efectivamente, cada vez tenemos más dispositivos. Hemos pasado por los Legos y construido incluso nuestros

propios robots, algunas bicicletas, algunos carritos, y hemos llegado hasta los últimos dispositivos como son los robots humanoides, con piel sintética muy parecida a la de los seres humanos, que son capaces de expresar emociones a través de los servomotores que tienen por debajo de la piel. Pueden mover el cuello, la boca, la ceja, la nariz, parpadear y mover los ojos. Todo eso que antes lo veíamos como una parte de ciencia ficción, ahora lo tenemos a nuestro alcance.

Sp: ¿Por qué es importante esto?

DEP: Es que también yo soy de una filosofía muy abierta. Lo comento como una anécdota, porque mi papá vendía aparatos eléctricos y electrónicos, por eso yo tuve acceso a la tecnología que otros no tenían. Me referí a la tecnología de estéreos, de televisores, que en ese entonces pocos disfrutaban, pero como mi papá los vendía yo tenía contacto con ellos. A tal grado que, cuando el papá de uno de mis amigos adquirió un estéreo, yo sabía perfectamente cómo manejar todos los botones. Llegué con mucha inocencia, pero a la vez con mucho conocimiento, y le dije: “se hace así, se hace de esta manera”. Y los adultos estaban espantados “no lo toques” —decían— “¡no vaya a explotar!”.

Traigo esto a colación porque mi filosofía siempre ha sido así: los dispositivos electrónicos y la tecnología están ahí para utilizarse, no para guardarse. Ahora que tenemos un dispositivo de última generación, que es muy costoso, uno pensaría que “no hay que dejar que lo toquen”. Alguien me decía que “la piel deben tocarla con guantes”, “que ni se acerquen”, que “sólo tengan acceso los que sean de alto nivel”. Y no, yo sigo

pensando que la tecnología está ahí y la idea es que la gente la utilice.

Profesores, alumnos, estudiantes de todos los niveles vienen y nos visitan de la SEP, de escuelas primarias, secundarias, kínder, de otras universidades o de otros estados, y continuamente estamos recibiendo visitas y les llevo los dispositivos y se los mostramos con mucho gusto, porque entiendo que es una tecnología de última generación, pero que en un periodo de unos cinco años decaerá y llegarán cosas nuevas.

Sp: ¿Cuál crees que sea el futuro tecnológico? ¿Será que la inteligencia artificial y los robots, como en las películas, nos hagan daño?, o ¿crees que de algún modo lograremos convivir con ellos?

DEP: Tengo sentimientos encontrados que están fundamentados en mis creencias desde la infancia. Si tomo en cuenta lo que llevo muy dentro de mí, considero que los equipos de la inteligencia artificial van a llegar a un punto tal que se van a comportar muy parecidos a los seres humanos. De hecho, esto es más un punto de vista filosófico, pero en ciertas ocasiones me planteo que nosotros mismos somos una evolución de un mecanismo automatizado, que obviamente tiene sus componentes biológicos, pero que no somos más que un conjunto de componentes que funcionan de una cierta manera. Menciono que es un concepto filosófico porque existe una línea muy frágil entre lo que nosotros consideramos artificial y lo que concebimos como lo real. Entonces, si como humanos nos consideramos como algo real, es muy difícil que las personas conciban que hay algunos que pensamos que no somos más que una maquinaria, y que el componente esencial se encuentra en la vida que tenemos o lo que consideramos el alma de las personas. Existe un componente más allá de lo material, que es lo que hace que haya una división de opiniones. Es muy difícil llegar a un acuerdo al respecto.

Pero, hay una línea muy delgada entre lo artificial y lo real, y yo me encuentro en ese punto. Siento que tengo un pie en el componente artificial y otro en lo que llamamos humano-real. Considero que somos una creación muy importante, que tenemos un componente que nos hace vernos muy diferentes a lo artificial, pero también me inclino a pensar que llegaremos a crear cosas de ese estilo. Por supuesto, tendrán su propio raciocinio y cometerán los mismos errores que nosotros, eso es inevitable. Por más que nosotros los

programemos, en algún momento tendrán que realizar ciertas actividades. La parte central será la toma de conciencia. Si logramos en algún momento que un dispositivo tome conciencia de sí mismo, entonces habremos cruzado ese umbral.

Sp: También estás impulsando un doctorado, cuéntanos de qué trata.

DEP: El doctorado en Ingeniería del Lenguaje y del Conocimiento fue aprobado en enero de 2016 y tiene sus fundamentos en promover un espacio de integración y colaboración, sobre todo, es una oportunidad para una demanda creciente de estudiantes y profesores en el área del tratamiento masivo de información e inteligencia artificial. La representación del conocimiento como tal es sumamente importante.

Durante años, hemos trabajado en diferentes ámbitos basados en ontologías, en lógica matemática, en la lógica, pero existen muchas otras maneras de representar el conocimiento computacional y su utilización, para hacer actividades que sean consideradas inteligentes, que es lo que también nos interesa. Mucho de ello tiene que ver con la manera en cómo nos expresamos. Cuando hablamos de lenguaje no necesariamente hablamos de un lenguaje natural, pero sí de la manera en cómo establecemos comunicación e interpretación de las cosas, lo que decimos y hacemos en la vida real. Esto nos habla de un margen muy amplio de la actividad en el laboratorio, en donde hacemos identificación de personas a partir de la voz; por ejemplo, identificación de plagio, análisis de sentimientos, empatía; identificación de señales electroencefalográficas para ver si la persona está triste, enojada o contenta; tratar de determinar acciones que puedan realizarse, y a partir de eso mover un objeto, como una silla de ruedas, una bicicleta, un dron. Ahora mismo, estamos arrancando un nuevo proyecto para que a partir de señales encefalográficas o de movimientos de la mano, podamos articular palabras en un vocabulario restringido y con una gramática muy limitada. Eso le daría oportunidad a personas que no tienen movimiento. Tenemos un amplio panorama de actividades que realizamos en el laboratorio y el doctorado surge de esa necesidad.

Además, la facultad tiene más de cuarenta años, la maestría más de veinte y, desde hace más de diez años, ya se había propuesto la creación de este doctorado. Una vez que se iniciaron las actividades en agosto de 2016, hemos tenido mucho éxito. En la primera generación ingresaron siete estudiantes; en enero de

2017, entraron nueve estudiantes; y en el proceso de admisión de agosto, ingresaron seis estudiantes más que tuvimos que elegir de entre veinte solicitantes. Este doctorado tiene un gran impacto no solamente por preparar recursos humanos de alto nivel, sino porque nos permite hacer investigación, ciencia básica y ciencia aplicada, y productos de calidad, como patentes, y artículos en revistas JCR, lo cual tendrá una gran repercusión en los estudiantes y profesores que los dirigen, en la comunidad, en la facultad y en la universidad.

Sp: Da la impresión de que sólo está abierto para ingenieros y para científicos, ¿hay oportunidad de que participen en el doctorado estudiantes de otras áreas?

DEP: Nuestro doctorado plantea el ingreso con tres materias, para tener contacto directo con áreas que consideramos importantes, y para las personas que vienen sin conocimiento previo, como diseño de experimentos; tratamiento de información multimedia y análisis y diseño de algoritmos y sus aplicaciones; y una materia de proyecto de investigación, en la que se ve toda la metodología para el desarrollo de sus proyectos. Esas materias las pueden revalidar aquellos que ya las conocen, pero, generalmente los estudiantes deciden cursarlas. La idea de esto es porque hemos recibido estudiantes que vienen del área de electrónica, en particular tenemos estudiantes de instrumentación, de automatización, de sistemas computacionales, de ciencias de la computación. Tenemos una estudiante que viene del área de física, y esperamos que también puedan ingresar estudiantes que vengan del área de lingüística.

Es un poco complicado llegar al doctorado directamente e ingresar, pero sí tenemos estudiantes que lo han hecho. Para solventar este paso estamos trabajando en la creación de una maestría en ingeniería del leguaje y conocimiento, que estará totalmente acoplada con el doctorado. Desde el inicio, esa maestría tiene contempladas líneas de ingreso. A diferencia de muchos otros programas que tienen líneas terminales, aquí es al revés. Tenemos una ramificación de ingreso, de tal manera que aceptamos de lingüística, de ciencias básicas, electrónica, física, etcétera, y los vamos colocando en un embudo hasta que terminan la maestría, con los conocimientos necesarios que les permitan ingresar directamente al doctorado. La idea

es que estos egresados no tengan que cursar las tres materias que mencionamos, cuando ingresen al doctorado. Así, solventaremos los problemas que han tenido los estudiantes de física o electrónica. Vale la pena mencionar que, si bien les ha costado mucho esfuerzo, algunos ya están en tercer semestre y otros están por ingresar al segundo semestre.

Sp: Para finalizar, a reserva de todo lo que nos has dicho, si estuvieras platicando con un chavo de prepa ¿qué le recomendarías? Sobre todo, si está interesado en esto de la inteligencia artificial o los robots.

DEP: Hay varias cosas que me gustaría comentar para nivel secundaria y bachillerato. Nosotros tenemos mucho contacto con ellos porque llevamos los dispositivos a difusión. Lo primero que les comentaría es que el desarrollo de sistemas para la robótica tiene muchísimas vertientes. No se trata de una línea específica de mecánica, mecatrónica, de ciencias de la computación, sino que podemos insertarnos en el ámbito de la inteligencia artificial, de la robótica, en muchas disciplinas: matemáticas, física, filosofía, psicología, lingüística. Hay muchas áreas porque la inteligencia artificial tiene que ver con el hecho de que entes artificiales tengan comportamiento inteligente, y eso se aplica en prácticamente todas las cosas. Incluso, si queremos desarrollar una aplicación de dispositivos móviles que nos dé más información sobre comida, tráfico, salud, etcétera, tiene que ver con inteligencia artificial, y hay muchas cosas más con las que podemos involucrarnos.

A veces, cuando somos estudiantes de secundaria o bachillerato, pensamos que es muy difícil porque tiene que ver con las matemáticas. Y ese es mi segundo punto, cuando platico con estudiantes de diferentes niveles lo que les comento es que “no hay que fijarnos en las materias como el punto de inicio del aprendizaje, sino más bien hay que fijarnos en las metas, ya que ellas definen lo que nosotros queremos aprender”.

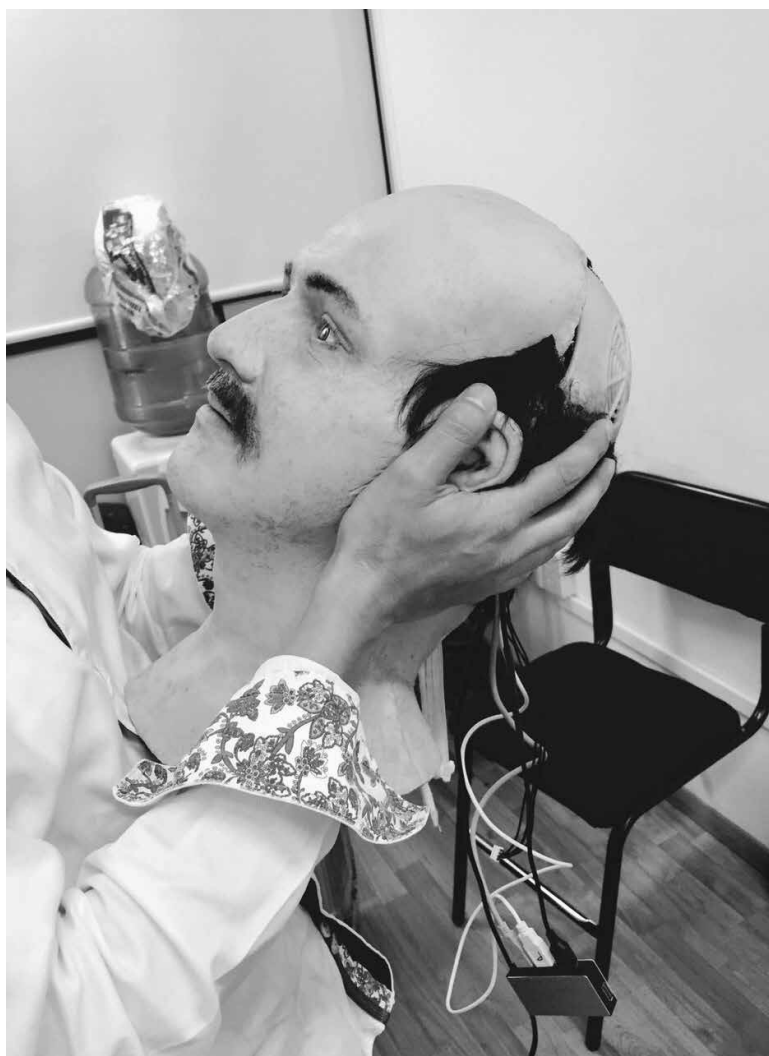
Si tienen interés por algo que les llame la atención, ya sea un dispositivo de realidad virtual, un dispositivo móvil para una aplicación, un robot, un modelo de simulación para el clima o para huracanes, lo primero que les sugeriría es que vayan a las universidades en donde se encuentran los expertos que desarrollan estas actividades y la investigación, que hablen directamente con ellos y que no crean que la universidad es

un espacio únicamente para genios o que ni siquiera los van a dejar ingresar. Al contrario, van a poder interactuar con esas personas de manera directa y podrán ver exactamente qué están haciendo, y ahí se darán cuenta que el estudio del español, la física, las matemáticas, todo lo que están estudiando, es algo que verdaderamente tiene aplicación en estos productos. Lo van a ver de una manera diferente. Por ejemplo, cuando llevo el robot les muestro que, si está viendo que hay una persona enfrente, entonces, genera una línea desde la posición en la que está hasta la persona que lo esté viendo, y que a eso se le llama un vector. Así se ve de una manera diferente, como un mecanismo de percepción y no como un concepto abstracto sin ninguna aplicación, que no piensen que no les va a servir para nada en su vida. Entonces, esa sería mi recomendación, que si tienen interés en algo no dejen que se quede solamente en su mente. Acérquense a sus profesores, y créanme que en las universidades tenemos abiertos los laboratorios para que puedan venir y hacer una visita.

Sp: Muchas gracias ¿quisieras agregar algo más?

P: Pues únicamente que visiten nuestros laboratorios, nuestras páginas.

Mi correo de contacto personal es dpinto@cs.buap.mx y nuestra página es <http://lke.buap.mx/>, ahí nos encontrarán.



Estudiantes e investigadores

Por este medio, los invitamos a participar en la revista de divulgación científica *Spinor*, editada por la Dirección de Divulgación Científica de la Vicerrectoría de Investigación y Estudios de Posgrado de nuestra universidad.

El principal objetivo de la revista es abrir un espacio para la difusión del quehacer científico en las diversas unidades académicas, así como reseñar el panorama científico histórico actual. Es por esto que los invitamos a escribir un artículo con carácter de divulgación sobre sus actividades de investigación y someterlo para publicación.

A los interesados les pedimos envíen su artículo al correo electrónico de divulgación:

divulgacion.viep@correo.buap.mx

Esperamos su respuesta a esta invitación, para cualquier aclaración al respecto puede comunicarse con nosotros a la misma dirección de correo o al tel. 229.55.00 ext. 5729.

La Dirección de Divulgación Científica de la VIEP está ubicada en 4 Sur 303 planta alta, Centro Histórico

Para dudas o comentarios comunicarse a la extensión 5729.

Doctora Angélica Muñoz Meléndez

Líder de robótica en México

Dr. Daniel Mocenchua Mora
Facultad de Ciencias de la Electrónica BUAP

Cuando nos preguntan acerca de personalidades de nuestra área solemos mencionar a personajes lejanos, ya sea por que murieron hace tiempo o porque son de otro país. Para esta biografía me acerqué a la Dra. Angélica Muñoz por varias razones; en primer lugar, creo que los homenajes deben hacerse en vida; además, porque es una persona cercana y distinguida de nuestra comunidad universitaria y lo más importante es que creo firmemente que debemos hacer visibles a las mujeres investigadoras para ir rompiendo la pared de cristal que nos hace verlas de lejos, pero no reconocerlas completamente en su importancia.

La doctora es coordinadora de Ciencias Computacionales en el INAOE, jefe del Laboratorio de Robótica desde su establecimiento formal en 2007. Ha sido profesora en la Facultad de Matemáticas e Informática de la Universidad Veracruzana (uv) y profesora-investigadora del Departamento de Electrónica y Computación de la Universidad Tecnológica de la Mixteca. En Francia fue profesora asistente en el Efrei y en la Universidad de Calais. Sus líneas de investigación son inteligencia artificial distribuida, y sistemas multiagente y robótica colectiva.

Angélica Muñoz nació un 13 de agosto de 1969 en Matías Romero, Oaxaca. Cuando cursaba tercer año de primaria, por un cambio de casa de su familia, continuó sus estudios en una escuela innovadora en Xalapa, en la que experimentaban con la enseñanza especializada, y donde un profesor por materia impartía español, matemáticas, ciencias naturales y ciencias sociales. Ella cuenta que ahí descubrió que le gustaba mucho la es-

cuela y que quería estar cerca de las aulas toda su vida.

Asimismo, desde muy pequeña le interesaron los libros, dedicándose mucho tiempo a la lectura y, aunque gustaba de libros de todo tipo, disfrutaba mucho los de Isaac Asimov y Ray Bradbury, y las compilaciones de ciencia ficción de los premios Nébula y Hugo.

En la secundaria siempre figuró en el cuadro de honor por sus calificaciones y el bachillerato lo cursó en una escuela muy rigurosa, en donde los profesores se han destacado por ser muy exigentes, por lo que su paso por ésta fue muy formativo, ya que aprendió que una buena calificación, de hecho, muchas cosas valiosas de la vida, requiere de un gran esfuerzo propio y de sacrificar muchas veces horas de juego o de sueño. Desde que estuvo en la secundaria entró a un taller de teatro experimental, que le gustó tanto que siguió participando en estos talleres hasta la universidad.

Como quería estudiar algo relacionado con las máquinas, con computadoras, estudió la Licenciatura en Informática en la Universidad Veracruzana. Además, cuenta con Maestría en Inteligencia Artificial de la uv y Maestría en Inteligencia Artificial y reconocimiento y Doctorado en Computación de la Universidad Pierre et Marie Curie, Paris VI, en Francia

Ha dedicado tiempo en promover la robótica entre los jóvenes estudiantes mexicanos. En 2004, junto con colegas de la uv, inició el Torneo Mexicano de Robots Limpiadores, en donde se presentan robots móviles autónomos que limpian residuos de algún tipo. En este certamen se han propuesto distintas variantes, desde robots que limpian cuentas de plástico o de café molido

en un escenario doméstico, hasta robots acuáticos que limpian aceite y la última modalidad, robots que limpian latas en una playa. Este torneo se celebra a partir de 2007, como parte del Torneo Mexicano de Robótica que organiza la Federación Mexicana de Robótica, A. C., y de la cual, la Dra. Muñoz fue vicepresidente y presidente. Actualmente, es miembro del Consejo Asesor.

Para su trabajo con los robots imparte tres cursos en los posgrados en Ciencias Computacionales del INAOE: Inteligencia Artificial, Introducción a la Robótica, e Inteligencia Artificial Distribuida y Sistemas Multi-Agente. También, participa en proyectos de investigación sobre robots móviles y otros temas relacionados. En el área de robots móviles trabaja y colabora en modelar robots flexibles que puedan moverse o llegar a sitios inaccesibles a otros, por ejemplo, robots esféricos con componentes ocultos en su interior, que puedan ayudar a explorar zonas devastadas por desastres naturales o provocados. También está trabajando en la simulación de grupos de robots autónomos que se organicen y cooperen entre ellos para explorar zonas con remanentes de minas explosivas terrestres.

Recientemente, inició con su equipo una nueva línea de trabajo sobre diseño y construcción de robots y juguetes educativos para niños hablantes de lenguas indígenas mexicanas. En este sentido, ya tiene un proyecto exitoso con el Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social (Ciesas), se trata de una primera familia de prototipos construidos y funcionales, los Paquitos.

Además de lo anterior, como parte de sus actividades de entretenimiento, la doctora tiene interés en la cocina: la búsqueda de los ingredientes y materiales

para cocinar, la exploración de mercados, la degustación de la gastronomía de otras regiones, épocas y culturas, entre otras actividades, como la de viajar que es otra de sus aficiones, de preferencia a lugares que aún no conozca y tanto como sea posible.

Finalizamos con un mensaje de la doctora para los jóvenes:

No se dejen vencer por el pesimismo y la tristeza que inundan nuestro país en estos últimos tiempos. Hemos vivido en este país tiempos muy oscuros y hemos logrado superarlos.

No busquen el éxito, el reconocimiento, las buenas calificaciones o los premios por sí mismos, sino por el proceso y aprendizaje que lleva a ellos.

No tiene caso el reconocimiento si no se consigue por méritos y esfuerzo propios, si se hace trampa o se miente para recibirlo.

¡Lean insaciablemente! Sobre todo, de las fuentes originales. Y por favor, no se conformen con las cápsulas resumidas de Wikipedia.



MÉXICO
GOBIERNO DE LA REPUBLICA



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

**XXV ANIVERSARIO
SEMANA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Tema: *Desastres Naturales: terremotos y huracanes*

Fecha: *17 al 19 de septiembre*

Talleres de Ciencia y Tecnología, conferencias

Lugar: *"Recinto Ferial", Calzada Ejército de Oriente,
Los Fuertes, Unidad Cívica 5 de Mayo.*

XXVIII Concurso Nacional de Aparatos y Experimentos de Física

MODALIDADES

BACHILLERATO: Prototipo de uso:
DIDÁCTICO, EXPERIMENTO y
TECNOLÓGICO*

LICENCIATURA: Prototipo de uso:
EXPERIMENTAL y
TECNOLÓGICO

OBJETIVO:
Promover la participación de estudiantes
en el diseño y desarrollo de prototipos
didácticos, experimentales y tecnológicos

- **Fecha límite para el registro de trabajos:**
23 de julio.

Participan los ganadores de los
tres primeros lugares en cada una de las
modalidades de los Concursos Estatales de
Aparatos y Experimentos de Física*

* Visitar página para ver información adicional.

Sede:

Preparatoria
2 de octubre de 1968
Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla

del **26** al
29
de agosto

Dirección: B. Juárez 51-B, Reserva Territorial Atlixcáyotl. Col.
Concepción Guadalupe Mayorazgo. C.P: 72450. Puebla, Pue.
Hotel sede: La Quinta Puebla Palmas Angelopolis.

INFORMES Y RECEPCIÓN DE TRABAJOS:
Tels. (01) 55 5622 4840 - smf@ciencias.unam.mx

<http://faraday.fciencias.unam.mx/web/concurso/>

Vocalía de Enseñanza
DR. RICARDO MÉNDEZ FRAGOSO
rich@ciencias.unam.mx



CONSEJO DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEL ESTADO DE PUEBLA
GOBIERNO DE PROGRESO



BUAP

