

5.9 CASOS DE ÉXITO

Proyecto: POLICAN, primer polarímetro de imagen en la banda infrarroja en México.

Desarrollado en: INAOE, Inst. Nac. de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Tonantzintla Puebla.

Investigadores: Abraham Luna (P.I.), Luis Carrasco y Divakara Mayya.

Estudiantes: Marco A. Vazquez, Enrique Omar Serrano y Devaraj Rangaswamy.

Técnicos: Alvaro Cuellar, Juan Tanori y Javier Martínez.

Posdoctorados: Lokesh Dewangan

Empresa: Observatorio Astrofísico Guillermo Haro (OAGH).

Monto: \$ 500,000.00

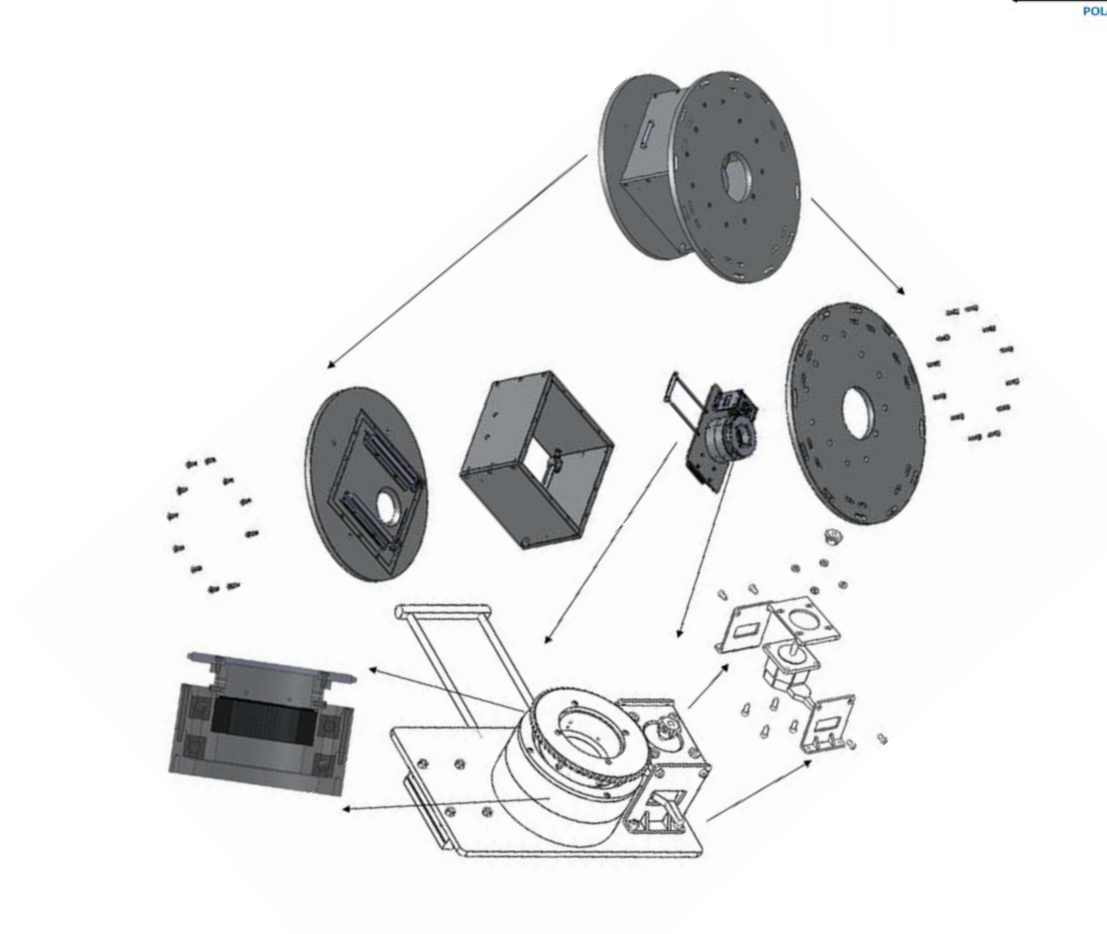
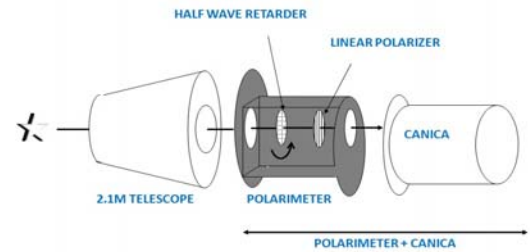
Línea de Investigación que atiende: Polarización en banda del cercano infrarrojo de objetos astronómicos.

Zona de Influencia: Comunidad Nacional de Astrónomos y colaboraciones internacionales



Objetivo: Detección y análisis de polarización de imágenes de objetos Astronómicos en la banda del cercano infrarrojo, para el estudio de parámetros del medio interestelar que los rodea y de su campo magnético. Objetos como nebulosas con formación estelar, nebulosas planetarias y remanentes de supernovas han sido observados y están bajo estudio. En estos escenarios astronómicos se evaluará la importancia y rol que juegan los campos magnéticos, tema de frontera en la Astrofísica.

Descripción: POLICAN es el primer polarímetro de imágenes astronómicas en la banda infrarroja en México. Surge con la necesidad de poder estudiar temas relacionados con campos magnéticos que se presentan en diversos entornos astronómicos, temas de frontera en la investigación astrofísica. Acoplado al detector CANICA, permite observar un campo de visión de 5x5 minutos de arco y permite observar objetos hasta magnitudes tan débiles como 16 en la banda de 1 a 2 micrones. POLICAN actualmente alcanza una precisión del 1.0% en grado de polarización y una incertidumbre de 3 grados en ángulo, parámetros internacionales. Observaciones preliminares de regiones de formación estelar, remanentes de supernovas y nebulosas pre-planetarias, han sido obtenidas exitosamente y con ellas se realiza el estudio del campo magnético en su entorno. Se diseñó, construyó y calibró gracias al trabajo de varias áreas interdisciplinarias participantes que se desarrollan en INAOE: Diseño opto-mecánico, taller mecánico de precisión, mecatrónica (control), Software (análisis de imágenes), Instrumentación Astronómica, y Astrofísica.



Impacto Científico, Social, Ambiental y /o Económico:

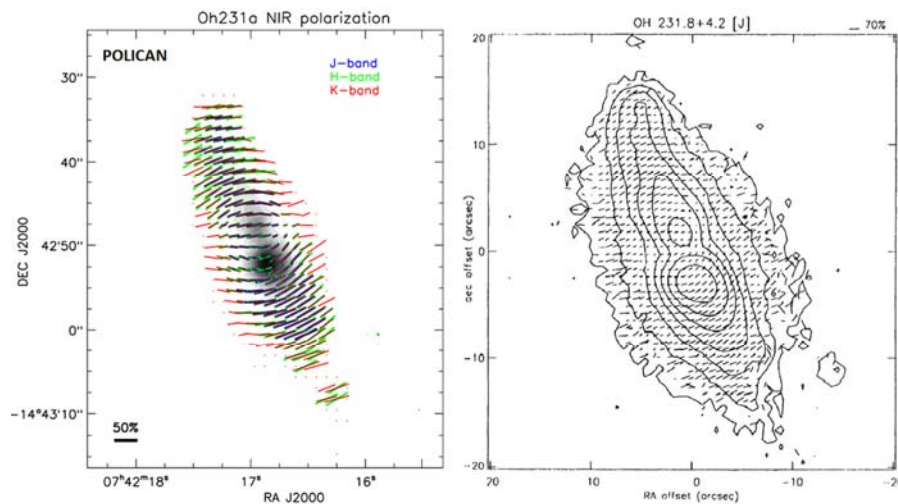
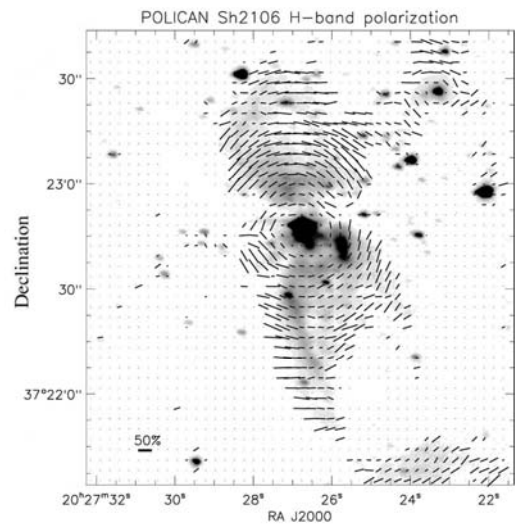
Con el diseño, construcción y calibración del primer polarímetro de imagen astronómica, en la banda infrarroja en México, se tiene ahora la experiencia en el tema y recursos humanos entrenados. Los cuales inician colaboraciones científicas tanto nacionales como internacionales. A su vez, la explotación científica del instrumento y la técnica, abren nuevos temas de investigación para la comunidad de astrónomos mexicanos. Como productos de este proyecto se tienen ya cinco publicaciones en revistas internacionales de alto impacto, una tesis de Maestría en instrumentación Astronómica, un reporte técnico y dos tesis doctorales

en proceso. La incidencia de este proyecto de ciencias básicas en el aspecto social y económico, son temas a largo plazo que están garantizadas en la medida de su aplicación a desarrollos tecnológicos y culturales, como todo proyecto de este tipo.

REFERENCIAS:

PROYECTO DE CIENCIAS BASICAS CONACYT 2012-01-1828-41 (vigente), P.I. Abraham Luna, INAOE

1. Colaboraciones nacionales en proceso:
 - Grupo de polarimetría UNAM (Dra. Laurence Sabin, Dr. David Hiriart Y Dr. Julio Ramírez).
 - U. de Guadalajara (Dra. Silvana Navarro).
2. Colaboraciones internacionales en proceso:
 - U. de Boston (Dr. Dan Clemens).
 - U. de Massachusetts, colaboración en el detector ToITEC-GTM.
3. Temas Astrofísicos actualmente abordados:
 - Polarización infrarroja (IR) de nubes moleculares Galácticas.
 - Polarización IR de nebulosas pre-planetarias.
 - Polarización IR de remanentes de Supernovas.
4. Publicaciones generadas hasta este momento por el proyecto:
 - Dewangan, L., Ojha, D., Luna, A., et al. (2016) ApJ, 819
 - R. Devaraj, A. Luna, L. Carrasco and Y.D. Mayya (2015). Proceedings of the IAU, Vol 10, pp175-180.
 - Dewangan, L., Luna A., Ojha, D., et al.(2015)ApJ811
 - Dewangan, L., Mayya, D., Luna,A., and Ojha, D. (2015) ApJ, 803
5. Tesis y reportes técnicos:
 - Devaraj Rangaswami, tesis doctoral INAOE, en proceso
 - Enrique O. Serrano, tesis doctoral INAOE, en proceso
 - Marco A. Vázquez, tesis de Maestría INAOE, febrero 2012
 - Marco A. Vázquez, Reporte técnico INAOE, Junio 2012



5.3 CASOS DE ÉXITO

Proyecto: Síntesis y Post-Procesado de Materiales Ópticos para Aplicaciones Biomédicas: Investigación y Formación de Recursos Humanos “SOMBRERO”,

Desarrollado en la Unidad o Subsede: Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Tonantzintla, Pue.

Empresa:

Monto: 17,836,500.00

Línea de Investigación que atiende: Biofotónica

Zona de Influencia: Internacional

Objetivo:

Tener un impacto directo en el mejoramiento del cuidado de pacientes a través del reemplazo de cráneo en zonas de interés con un implante cerebral biocompatible y ópticamente transparente. La meta a largo plazo de este proyecto es mejorar la atención de pacientes al proveer una técnica para hacer llegar y coleccionar luz del cerebro, sobre áreas grandes o de forma recurrente sin la necesidad de repetir craneotomías. En particular en el INAOE nos concentraremos en obtener imágenes nítidas de los vasos sanguíneos cerebrales para el monitoreo de velocidad de flujo sanguíneo explorando técnicas desarrolladas en el INAOE menos costosas que la tomografía de coherencia óptica (OCT) a través del cráneo y del cuero cabelludo. Esta propuesta posee el innovador potencial de mejorar el diagnóstico y tratamiento basado en luz, así como un mejor entendimiento de una gran variedad de patologías cerebrales, incluyendo edemas cerebrales, lesiones traumáticas, apoplejías y enfermedades neurodegenerativas.

Descripción:

SOMBRERO es una iniciativa binacional entre México y Estados Unidos con financiamiento de CONACYT y la National Science Foundation (NSF). Por parte de México participan el CICESE, la UNAM y el INAOE y por parte de Estados Unidos la Universidad de California Riverside. En el INAOE, el líder del proyecto es el Dr. Rubén Ramos García de la Coordinación de Óptica. El financiamiento total para la parte mexicana es de 17,836,500.00, del cual 60% corresponde al CICESE, 20% a la UNAM y 20% al INAOE.

Impacto Científico, Social, Ambiental y /o Económico:

El proyecto SOMBRERO proporcionará una oportunidad única para consolidar colaboraciones binacionales a largo plazo entre las instituciones participantes. Simultáneamente se fortalecerá la colaboración internacional en investigación y educación entre UCR e instituciones líderes de México. En este sentido, el impacto científico y académico será importante. La importancia de los implantes que se desean fabricar recae en su potencial para obtener un conocimiento avanzado del funcionamiento del cerebro. Los implantes facilitarán la aplicación clínica de neurotecnologías optogenéticas que están siendo desarrolladas bajo la iniciativa BRAIN en los EEUU, además de facilitar el diagnóstico y tratamiento de una amplia variedad de patologías cerebrales y desórdenes neurológicos, desde lesiones cerebrales traumáticas hasta apoplejías. Muchos laboratorios de investigación y aquellos que realizan pruebas de regulación requeridas para una gran cantidad de tratamientos relacionados (ya sea que requieran un implante craneal o no), podrían también verse beneficiados con el desarrollo de una plataforma de Ventanas al Cerebro. Esto daría lugar a estudios preclínicos "in vivo", particularmente los de largo plazo, donde el acceso de señales ópticas es esencial para la evaluación de biocompatibilidad y eficacia de las terapias deseadas.

En resumen, la plataforma de Ventanas al Cerebro será diseñada de tal forma que el tejido cerebral cercano, medio y profundo sea accesible en su conjunto. En el aspecto de procesamiento de materiales, el proceso CAPAD es una técnica emergente de densificación que permite la reducción de porosidad interna a dimensiones nanométricas. En esta escala, el esparcimiento de la luz es minimizado, permitiendo así obtener una transparencia óptica en varios tipos de cerámicas que de otra forma serían opacas. Esto se logra a través de la aplicación simultánea de una alta presión y corriente eléctrica, característica principal del proceso CAPAD. La corriente suministrada en este proceso sirve como fuente de calentamiento, y el control de esta permite obtener altas tasas de calentamiento y enfriamiento, así como buena uniformidad de temperatura. Cuando esto se acopla con la energía superficial incrementada por la presión, se obtiene una rápida densificación a temperaturas menores que las necesarias con métodos convencionales. Usando el proceso CAPAD se ha demostrado la obtención de transparencia en un amplio rango de cerámicas, incluyendo YSZ. Además, se ha demostrado que la absorción puede ser modulada en YSZ controlando ciertos parámetros del proceso.

Impacto Tecnológico:

El desarrollo exitoso del proyecto proporcionaría a usuarios potenciales del área de la salud con una nueva plataforma neurotecnológica. Al mismo tiempo, esto fortalecerá las colaboraciones en investigación y especialmente en educación entre UCR y tres de las instituciones líderes en México. Recientemente se reportó el primer el injerto de implante craneal de YSZ, mismo que puede ser utilizado para reemplazar porciones del cráneo, ofreciendo una nueva oportunidad de para realizar investigación cerebral con técnicas ópticas de manera recurrente y no invasiva. Este esfuerzo, iniciado por los profesores Aguilar, Garay y Camacho, llevó al ya conocido concepto de Ventanas al Cerebro, el cual fue ampliamente difundido por los medios masivos de comunicación tales como BBC News (U.K.), El Mundo (Spain), Sciences Avenir (France), Volksranth (Netherlands), Frankfurter Allgemeine (Germany), Televisa (México) y muchos otros.

Impacto Social:

La motivación para crear un implante como el descrito en esta propuesta recae en el potencial que tiene para eventualmente facilitar el estudio de circuitos neuronales. Será relevante también para ampliar el uso de tratamientos y diagnósticos basados en luz láser para una gran variedad de desórdenes neurológicos. PIRE-SOMBRERO se empata muy bien con la política de educación los países involucrados y las respectivas instituciones. En los EEUU, es congruente con la iniciativa Investigación del Cerebro a través de Neurotecnologías Innovadoras Avanzadas (BRAIN por sus siglas en inglés) del Presidente Obama; la iniciativa "100,000 strong in the Americas" para incrementar el estudio internacional en Latinoamérica y el Caribe. Ésta en particular se incluye ahora en la iniciativa de movilidad estudiantil "Foro Bilateral sobre Educación Superior, Innovación e Investigación" (FOBESII) de los presidentes Obama y Peña-Nieto. Es congruente también con la iniciativa del presidente de UCMEXUS y UC-México. Todas estas iniciativas, intentan crear y sostener una colaboración estratégica y justa entre la Universidad de California e instituciones mexicanas para atacar problemas en común y educar la próxima generación de líderes. Las metas generales de este proyecto en materia de educación, son entrenar a estudiantes de ciencia e ingeniería a nivel licenciatura, maestría, doctorado y postdoctorado en una configuración interdisciplinaria e internacional que haga énfasis en las conexiones entre el sur de California y México. Se busca también que estas promuevan el desarrollo de tecnologías biomédicas para avanzar en la ciencia y mejorar la calidad de vida.

Impacto Económico:

Desde hace ya varias décadas, el crecimiento económico ha sido controlado por el desarrollo científico y tecnológico gracias una fuerte base educativa de la sociedad. Uno de los principales puntos a mencionar son los costos de las terapias. Mientras que en la actualidad el costo de los tratamientos de condiciones cerebrales se encuentra por encima del de otras afecciones, esta nueva plataforma a desarrollar busca proveer una opción de tratamientos a bajo costo para los pacientes, lo cual también generará buenos resultados económicos para los profesionales de la salud y las instituciones médicas que adopten el mecanismo de Ventanas al Cerebro. Por otro lado, los derechos de protección a la propiedad intelectual a los productos derivados de este proyecto, generarán incentivos para inversiones que también promuevan el crecimiento económico. Aún más, una vez hechos públicos los resultados y productos, la comunidad científica interesada en el área podrá evitar gastos extras en el desempeño de los estudios aquí propuestos y contar con un punto de partida mucho más avanzado.

Impacto Ambiental:

La producción de las cerámicas aquí descritas se llevará a cabo con materia prima que no son considerados elementos contaminantes (como muchos de los presentes en dispositivos tecnológicos novedosos) ya que antes de ser utilizados como parte del dispositivo final, deben haber superado las pruebas de biocompatibilidad en los experimentos "in vitro" e "in vivo" antes propuestos. Debido a que las cerámicas que serán producidas no relevarán un modelo anterior de dispositivos similares, este proyecto no contribuirá con contaminación o basura tecnológica por desuso, cuyo volumen ya representa casi cinco por ciento del total de desechos producidos en el mundo.





5.3 CASOS DE ÉXITO

Proyecto: “Celdas solares fotovoltaicas basados en películas $\text{Ge}(x)\text{Si}(1-x):\text{H}$ depositadas por plasma sobre sustratos de plástico”

Desarrollado en la Unidad o Subse: Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica

Empresa:

Monto: \$18 000 000.00 (apoyos CONACYT y PEF)

Línea de Investigación que atiende: **Esta línea de investigación ahora se encuentra enfocada en la necesidad de afrontar los retos establecidos en la Estrategia Nacional de Energía 2013 – 2017 que está relacionada con las necesidades del país por alcanzar sustentabilidad energética (científica y tecnológica).**

Zona de Influencia: Puebla, Morelos , Cd. Mexico y colaboración internacional (INAOE, CINVESTAV, MVSystem Inc. USA, “Lambda Energia S.A. de C.V., Mexico”).

Objetivo: Fabricación y estudio de celdas solares basados en películas de $\text{Ge}(x)\text{Si}(1-x):\text{H}$ depositados por plasma en sustratos plásticos

Descripción: Fabricar y estudiar estructuras fotovoltaicas de película delgada del tipo p-i-n, donde las uniones p-i-n se realizan en base a películas $\text{Ge}(x)\text{Si}(1-x):\text{H}$. En la estructura propuesta, “p” y “n” se refieren a películas de $\text{Ge}(x)\text{Si}(1-x):\text{H}$ las películas dopadas tipo p y n respectivamente, “i” se refiere a la película intrínseca. En la primera parte del trabajo se desarrollan dos tipos de estructuras p-i-n: una conteniendo Si:H ($x=0$) como película i, con banda óptica $E_g=1.7$ eV, y otra con Ge:H ($x=1$) como película i, con $E_g=1.1$ eV. Para la etapa final esta planeado fabricar y estudiar una estructura tipo “tandem”. Mediante la estructura “tandem” se puede mejorar significativamente la colección del espectro luminoso. Este proyecto incluye una parte muy importante del estudio analítico de las películas y de los dispositivos multi-capas mediante métodos avanzados basadas en SIMS El proyecto se realizará por una red conformada por dos grupos de investigación de dos centros de investigación y una empresa interesada “Lambda Energia S.A. de C.V.”: INAOE+ CINVESTAV+ “Lambda Energia S.A. de C.V.”.

Impacto Científico, Social, Ambiental y /o Económico: Este proyecto resulta en un significativo aporte a la ciencia en el área de electrónica de sólidos y en el desarrollo de una tecnología moderna nacional de fabricación de



celdas solares de película delgada usando plástico como sustrato. Se espera que esta tecnología pueda ser escalada en un futuro a la producción industrial, ya que trata de un proceso de bajo costo y se espera también una alta eficiencia.

5.9 CASOS DE ÉXITO

Proyecto: RAFAGA: Robust Autonomous Flight of unmanned Aerial vehicles in Gpsdenied outdoor Areas. (Vuelo Autónomo Robusto de Vehículos Aéreos no Tripulados en Áreas Exteriores sin GPS).

Desarrollado en la Unidad o Subsede: Coordinación de Ciencias Computacionales.

Empresa: INSTITUTO NACIONAL DE ASTROFISICA OPTICA Y ELECTRONICA

Monto: 74,000 Libras Esterlinas (approx. \$1, 828 331 Pesos Mexicanos)

Línea de Investigación que atiende: Robótica, Inteligencia Artificial, Visión Computacional.

Zona de Influencia: Centro-Sur de México

Objetivo: Desarrollo de algoritmos para el vuelo autónomo de vehículos aéreos no tripulados en áreas exteriores donde la señal GPS es innaccesible o no confiable.

Descripción: RAFAGA es un proyecto financiado por el Fondo Newton de la Real Sociedad, la académica británica de Ciencias. El financiamiento tiene una duración de **2 años (2015-2017)** y es otorgado a través del programa "The Royal Society-Newton Advanced Fellowship". El recipiente de esta distinción es el **Dr. José Martínez Carranza**, investigador asociado C de la coordinación. La Newton Advanced Fellowship es un financimient otorgado a jóvenes investigadores con el objetivo de impulsar y fortacer sus capacidades de investigación a través de financiamiento y colaboración con investigadores de alto nivel en el Reino Unido. La Newton Advanced Fellowship además de ser una distinción que reconoce el historial académico y de investigación del recipiente, lo hace también miembro investigador de la Real Sociedad, una de las organizaciones científicas más importantes del mundo.

El proyecto RAFAGA involucra áreas de gran interés en las ciencias computacionales tales como la robótica, la visión artifical y la inteligencia artificial. El proyecto se enfoca en la investigación de métodos novedosos para enfrentar los retos relacionados con el vuelo autónomo de vehículos aéreos no tripulados en ambientes sin señal GPS o donde la señal es poco confiable. Para atacar el problema de la falta de GPS o un sistema de posicionamiento externo, en RAFAGA se desarrollan algoritmos, primordialmente basados en visión computacional, que permitan al dron observar el ambiente por medio de una cámara montada a bordo del vehículo y, al procesar dicha información, obtener una estimación de su posición así como generar un mapa tridimensional del ambiente que le rodea; tanto el mapa como la posición del vehículo son utilizados para planear y ejecutar rutas de vuelo de manera autónoma. Así mismo, se investigan mecanismos que le permitan al dron tomar decisiones inteligentes tales como la de evadir obstáculos. Por otra parte, se investiga el uso de diversos sensores que puedan ser utilizados para complementar la observación del ambiente en el que vuela el dron, por ejemplo, sensores multi-cámara, ultrasónicos, de tiempo de vuelo, e inerciales, entre otros. Lo anterior ofrece la oportunidad de desarrollar nuevas estrategias para fusionar dichos sensores de tal forma que la información pueda ser procesada de manera eficiente, permitiendo así un desempeño en tiempo real, lo cual es esencial para que el dron pueda ejecutar tareas con agilidad.

Impacto Científico

El desarrollo de un robot autónomo, capaz de tomar decisiones inteligentes e interactuar con las personas, ha sido la meta de muchos investigadores en robótica. Los drones no son la excepción puesto que un dron puede ser visto como un robot aéreo. Al igual que un robot convencional, un dron puede ser equipado con sensores para observar su ambiente, también puede cargar una computadora a bordo para ejecutar un software que lea y procese dichas observaciones y con ello generar una respuesta que manipule sus diferentes activadores (motores, gimbal, manipuladores), de tal modo que el vehículo ejecute una actividad de manera inteligente. Este conjunto de retos son problemas abiertos de gran interés en la actualidad y que son investigados en universidades e institutos de alto prestigio tales como en MIT, Stanford, EPFL, Universidad de Zurich, Oxford, Universidad Técnica de Munich, y muchas más.

Impacto Social y /o Económico

La industria de los drones está en crecimiento. La explosión y éxito comercial de los drones ha sido posible gracias a la reducción en su costo, pero también gracias a la oferta de interfaces humano computadora que permiten pilotear los drones de manera sencilla para usuarios inexpertos. Pero a la par de este auge comercial, también surgen las regulaciones concernientes al uso de drones para actividades civiles y de recreación. Estas regulaciones aún se encuentran en un proceso de maduración en nuestro país y por ello, la investigación que se realiza en RAFAGA tiene la oportunidad de contribuir al diseño de dichas regulaciones puesto que, el concepto de drones inteligentes (capaces de evitar obstáculos o evitar perder control si el piloto comete algún error, etc) puede contribuir de forma positiva a la discusión y diseño de una regulación menos estricta que permita el uso masivo de drones, impulsando así una industria en veloz crecimiento cuyos campos de aplicación son variados.

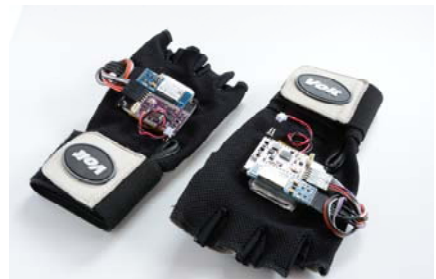
Finalmente, como ejemplo del interés de la industria en este tipo de investigación, el proyecto RAFAGA recibió, en Noviembre de 2015, la **donación de un dron** (Matrice 100 con costo de **\$68,670** pesos mexicanos) por parte de la empresa HeliBoss, distribuidora oficial en México de DJI.



(a) Drone Matrice 100 donado por HeliBoss a RAFAGA



(b) Drone que vuela y evade obstáculos de manera autónoma con software desarrollado en RAFAGA



(c) Guantes inteligentes desarrollados en RAFAGA para la detección de gestos para pilotear drones